

PORADNIK DLA SAMOUKÓW, T. V.

MINERALOGJA I PETROGRAFJA

WSKAZÓWKI METODYCZNE DLA STUDJUJĄCYCH.

116

WYDAWN. A. HEFLICHA I ST. MICHAŁSKIEGO.
Z ZASIŁKU KASY IM. MIANOWSKIEGO, INSTYTUTU
POPIERANIA POLSKIEJ TWÓRCZOŚCI NAUKOWEJ.
Z 10 FIG. W TEKŚCIE. — WARSZAWA 1925.
KASA IM. MIANOWSKIEGO, NOWY-ŚWIAT 72.

PORADNIK DLA SAMOUKÓW.

PORADNIK DLA SAMOUKÓW, T. V.

MINERALOGJA I PETROGRAFJA

WSKAZÓWKI METODYCZNE DLA STUDJUJĄCYCH.

WYDAWN. A. HEFLICHA I ST. MICHAŁSKIEGO.
Z ZASIŁKU KASY IM. MIANOWSKIEGO, INSTYTUTU
POPIERANIA POLSKIEJ TWÓRCZOŚCI NAUKOWEJ.
Z 10 FIG. W TEKŚCIE. — WARSZAWA 1925.
KASA IM. MIANOWSKIEGO, NOWY-ŚWIAT 72.



Biblioteka Główna
Uniwersytetu Gdańskiego



1100478634

WSZELKIE PRAWA PRZEDRUKU I PRZEKŁADU ZASTRZEŻONE.

BIBLIOTEKA
WYŻSZEJ SZKOŁY PEDAGOGICZNEJ
w GDANSKU

5335

II 46123

+

Drukarnia i Litografia p. f. „JAN COTTY”. w Warszawie, Kapucyńska 7.

1945

SPIS RZECZY.

	Str.
PRZEDMOWA	XI
WSTĘP OGÓLNY	opracował JÓZEF MOROZEWICZ.
I. Mineralogja.	
1. Definicja minerału. Przedmiot i podział mineralogji	1
2. Mineralogja morfologiczna	3
3. Mineralogja fizyczna	7
4. Mineralogja chemiczna	28
5. Mineralogja fizyczno-chemiczna i koloidalna	42
6. Występowanie w litosferze (topika minerałów)	54
7. Powstawanie i przeobrażanie się minerałów. Doświadczenia syntetyczne a geneza minerałów. „Życie minerałów“	63
8. Systematyka minerałów i mineralogja opisowa	106
9. Stosunek mineralogji do nauk pokrewnych	113
II. Petrografja.	
1. Przedmiot petrografji. Tej metody i technika badań	119
2. Podział petrografji na poszczególne gałęzie: petrografja a litologja	134
3. Nauka o skałach pochodzenia ogniowego	137
4. Nauka o skałach osadowych	164
5. Łupki krystaliczne i teoria metamorfizmu	209
6. Petrografja fizyczno-chemiczna	226
7. Nauka o kopalinach użytecznych i petrografja stosowana	250
8. Zakończenie	277
STOPIEŃ I	opracował STANISŁAW MAŁKOWSKI.
I. Wstęp	
1. Cel artykułu	280
2. Cel i znaczenie nauczania mineralogji na Stopniu I	281

	Str.
3. Potrzebne przygotowanie	282
4. Jak się uczyć? Rola książki i atlasu	283
5. Metody poznawania oddzielnych minerałów	283
6. Program nauczania	287
7. Rozszerzanie programu. Przejście do Stopnia II	294
8. Znaczenie wycieczek	294
II. Bibliografia	294
Uwagi wstępne	295
a) pogadanki i opowieści z zakresu mineralogii	295
b) wydawnictwa obejmujące systematyczne przeglądy minerałów	299
STOPIEŃ II opracował STANISŁAW MAŁKOWSKI.	
I. Wstęp	
1. Kategorie samouków. Nauczanie mineralogii w szkole średniej.	305
2. Nauczanie mineralogii na kursach dla dorosłych	307
3. Potrzebne przygotowanie	307
4. Krystalografia w nauczaniu mineralogii na Stopniu II.	308
5. O minerałach bezpostaciowych w nauczaniu na Stopniu II.	308
6. Czy mineralogii należy uczyć się razem z chemią, czy razem z geologią?	309
7. Cel nauczania mineralogii na Stopniu II.	310
8. Program nauczania mineralogii na Stopniu II.	311
9. Ćwiczenia praktyczne z zakresu mineralogii. Pomoce naukowe.	314
10. Znaczenie wycieczek mineralogicznych.	315
II. Bibliografia.	
Uwagi wstępne	315
a) podręczniki	316
b) klucze do oznaczania minerałów, wskazówki doty- czące gromadzenia zbiorów i wykonywania ćwiczeń praktycznych, przewodniki wycieczkowe i t. p.	331
c) wydawnictwa z zakresu mineralogii i petrografii ziem polskich	334
d) wydawnictwa z zakresu mineralogii i petrografii sto- sowanej	335
e) podręczniki stanowiące przejście do Stopnia III i lektura uzupełniająca nauczanie na Stopniu II.	336
METODYKA NAUCZANIA MINERALOGII NA STOPNIU I i II opracował STANISŁAW MAŁKOWSKI.	
1. Cel nauczania mineralogii	341
2. Stan nauczania mineralogii w Polsce	349
3. Stan nauczania mineralogii zagranicą	351
4. Programy nauczania mineralogii w szkołach polskich	353

	Str.
5. Rola i znaczenie krystalografji w nauczaniu mineralogji . . .	355
6. Wiązanie mineralogji w nauczaniu z chemją lub geologją . . .	356
7. O wskazówkach metodycznych tyczących się ćwiczeń praktycznych, pomocy naukowych i t. p.	356
8. Sprawa wydawnictw popularno-naukowych i podręczników.	356
9. Wycieczki, muzea, ochrona przyrody	359
10. Wiadomości z zakresu historii nauki w nauczaniu	360
11. Przygotowanie nauczyciela	360
12. Bibliografja	362

STOPIEŃ III opracował TADEUSZ JERZY WOYNO.

Wstęp.

1. Charakterystyka Stopnia III-go Nauki pomocnicze i ich stosunek do mineralogji. Specjalizacja	369
2. Samouctwo	374
3. Potrzeba znajomości języków obcych	375
4. Kategorie studjujących	375
5. Program i plan studjów	379
6. Ogólne uwagi o korzystaniu z podręczników, dzieł encyklopedycznych, prac specjalnych i czasopism	386
7. Metodyka gromadzenia notatek i materiału naukowego	388
8. Pomoce naukowe	389
9. Muzea i zbiory	390

MINERALOGJA opracował TADEUSZ JERZY WOYNO.

A. Metody i technika badań mineralogicznych i najważniejsze przyrządy.

1. Ogólne uwagi o metodach i przyrządach	392
2. Przegląd najważniejszych metod mineralogicznych	402
3. Najważniejsze przyrządy do badań mineralogicznych	404
4. Gonjometry	405
5. Mikroskopy mineralogiczne i przyrządy dodatkowe	409
6. Reflektometry (refraktometry)	425
7. Konometr i pomiary kąta osi optycznych	426
8. Światło jednobarwne i monochromatory	427

B. Bibliografja.

1. Uwagi ogólne	428
2. Podręczniki	430
3. Dzieła podręczne	445
4. Morfologia minerałów	447
5. Mineralogja fizyczna i przyrządy	448
6. Mineralogja chemiczna	455
7. Mineralogja fizyczno-chemiczna	462
8. Rozpoznawanie minerałów (diagnoza)	463

	Str.
9. Topika i minerogenja (występowanie i powstawanie minerałów w litosferze)	465
10. Mineralogja szczegółowa	467
11. Mineralogja lokalna	468
12. Metodyka badań terenowych	472
13. Muzealnictwo	473
14. Literatura perjodyczna	474
15. Różne książki pomocnicze	481
C. Naczelne zagadnienia mineralogji	482
 MINERALOGJA CHEMICZNA napisał STANISŁAW JÓZEF THUGUTT.	
A. Wstęp.	
1. Przedmiot i zadania mineralogji chemicznej	486
2. Stosunek jej do innych nauk	487
3. Zarys rozwoju zasadniczych pojęć mineralogji chemicznej.	487
4. Podział zagadnień:	
a) teren badań	490
b) skład chemiczny skorupy ziemskiej i minerałów skorupę tę składających; metody badania	490
c) synteza minerałów	492
d) genetyka minerałów;	
1) twory ogniowe magmatyczne	497
2) twory pneumatolityczne i hydrotermalne	498
3) minerały powstałe na drodze sublimacji	500
4) minerały powstałe na skutek wietrzenia	500
5) osady wodne	502
6) twory przeobrażone	504
7) postaci zapożyczone	505
e) budowa wewnętrzna minerałów	506
f) zastosowania mineralogji chemicznej	510
B. Wskazówki dla studjujących	511
C. Bibliografja.	
1. Podręczniki i kompendja mineralogji chemicznej	513
2. Analiza minerałów	516
3. Syntezy minerałów	518
4. Geneza i parageneza minerałów	519
5. Przeobrażanie się minerałów	520
6. Konstytucja minerałów	522
7. Ważniejsze opracowania monograficzne i przyczynki:	
a) z zakresu fizykochemji minerałów	522
b) z zakresu mikrochemicznej analizy minerałów	523
c) z zakresu syntezy, genezy i konstytucji minerałów	524
8. Czasopisma	529

PETROGRAFJA	opracował JÓZEF MOROZEWICZ.	
1. Przygotowanie niezbędne dla osób, pragnących poświęcić się samodzielnym studjom petrograficznym		531
2. Bibliografia		
A. Petrografia ogólna i opisowa		537
B. Petrografia doświadczalna i fizyczno-chemiczna		542
C. Nauka o kopalinach użytecznych		544
D. Petrografia stosowana		546
E. Czasopisma		547
3. Podróże i studia dopełniające zagranicą		548

MINERALOGJA I PETROGRAFJA POLSKI

	opracował JÓZEF MOROZEWICZ.	
I. Uwagi ogólne		550
II. Złoża mineralne Polski:		
1. Minerale złóż kruszcowych		551
2. Minerale złóż solnych		558
3. Siarka i siarczany		561
4. Węgłany i fosforany		564
5. Kwarc i krzemiany		567
6. Minerale palne		570
III. Skały ogniowe i metamorficzne		577
IV. Skały osadowe Polski		581
V. Bibliografia		583

O OCHRONIE POMNIKÓW PRZYRODY NIEOŻYWIONEJ W POLSCE

	opracował STANISŁAW MAŁKOWSKI.	
1. Cel artykułu		590
2. Idea ochrony przyrody		590
3. Stan ochrony pomników przyrody nieożywionej u nas		591
4. Ochrona przyrody a muzea		595
5. Państwowa organizacja ochrony przyrody w Polsce		597
6. Wydawnictwa poświęcone ochronie przyrody		597

HISTORIA NAUK MINERALOGICZNYCH . opracował STEFAN KREUTZ.

I. Wstęp.		
§ 1. Przedmiot i zadania historii mineralogii		599
§ 2. Znaczenie historii mineralogii dla wykształcenia ogólnego		602
§ 3. Zarys historyczny rozwoju mineralogii w różnych czasach w zależności od stanu kulturalnego i politycznego rozważanego społeczeństwa		604
§ 4. Przygotowanie potrzebne do studjowania i zajmowania się historią mineralogii		619

II. Biblijografia.

- | | |
|---|-----|
| 1. Prace i podręczniki omawiające historję mineralogji z punktu widzenia specjalisty mineraloga | |
| a) prace polskie | 620 |
| b) dzieła i prace w językach obcych | 621 |
| 2. Zarysy historii mineralogji, stanowiące część dzieł treści ogól-
niejszej | 623 |
| 3. Sprawozdanie z literatury bieżącej. Biografie mineralogów | 624 |

MATERJAŁY DO DZIEJÓW MINERALOGJI W POLSCE

zebrał i ułożył KAROL KOZIOROWSKI.

Wstęp	627
I. Górnictwo w dawnej Polsce. Zielniki	629
II. Czasy Stanisława Augusta	640
III. Od ostatnich rozbiorów Polski do rewolucji listopadowej	653
IV. Okres lat 1831—1862	675
V. Czasy popowstaniowe	687
Źródła	698

DZIAŁ INFORMACYJNY. opracował TADEUSZ JERZY WOYNO.

- | | |
|--|-----|
| 1. Organizacja pracy badawczej, akademje i towarzystwa
naukowe | 702 |
| 2. Pracownie w wyższych uczelniach | 704 |
| 3. Organizacja nauczania uniwersyteckiego | 705 |
| 4. Uczelnie polskie | 706 |
| 5. Sprawa wyjazdu zagranicę na studia uzupełniające | 708 |
| 6. Muzea zagraniczne | 710 |
| 7. Wykaz firm dostarczających minerałów, skał, przyrządów
i odczynników | 711 |
| 8. Główne firmy księgarskie | 713 |

UZUPEŁNIENIA	714
SKOROWIDZ NAZWISKOWY	718
SKOROWIDZ RZECZOWY	737
SPROSTOWANIA	760
UZUPEŁNIENIA I SPROSTOWANIA DO IV T. „PORADNIKA DLA SAMOUKÓW”	761

INFORMACJE O PORADNIKU W JĘZYKU FRANCUSKIM.	764
TRZEŚ WYDANYCH TOMÓW PORADNIKA I WYDAWNICTWA PORADNIKA	768

Oddając do użytku publicznego tom V Poradnika, poświęcony mineralogji i petrografji, winniśmy zaznaczyć, że najściślej nauki te wiążą się z krystalografją (p. t. IV Poradnika, przedmowa) oraz z chemją i geologją (odpowiednie tomy Poradnika w przygotowaniu). Zależność wzajemna mineralogji z petrografją i chemji polega na szerokiem zastosowaniu metod chemicznych do mineralogji i petrografji oraz na wielkiem znaczeniu badań w świecie minerałów i skał dla rozwoju chemji. Co się tyczy stosunku mineralogji i petrografji do geologji, to stanowią one, jako nauki geologiczne, część szerzej pojętej geologji Tabela na str. 118 tomu niniejszego podaje w jednym szeregu: mineralogję, petrografję i ciaśniej pojętą geologję (t. j. grupę nauk o zjawiskach zachodzących w skorupie ziemskiej, o budowie jej i dziejach), jako pokrewną grupę nauk. W tomie niniejszym zamieściliśmy petrografję (która dawniej była częścią mineralogji) łącznie z mineralogją — ze względu na pokrewieństwo metod i przedmiotu badań tych dwóch działów.

Co się tyczy układu materiału w tomie V oraz sposobu ujęcia treści, uległy one pewnym zmianom w porównaniu z pierwotnym planem nowego wydania Poradnika, co zresztą dotyczy i pierwszych czterech tomów. Odchylenia od planu, opracowanego dla ogółu nauk, są nieuniknione — ze względu na odmienny charakter każdej z nauk oraz na indywidualność autorów, opra-

cowujących powierzone im działy; nie mówimy o wpływach innych jeszcze czynników na sposób opracowania, jak np.: obecny stan uprawy pewnej nauki, rozwój idei redakcyjnej Poradnika, w miarę opracowywania kolejnych jego tomów i poddawania ich krytyce po wypuszczeniu w świat i stosowaniu w życiu i t. p.

Wymienimy tu dla przykładu trzy ważniejsze odchylenia od planu w tomie niniejszym. Wstęp ogólny został znacznie rozszerzony; wynikło to po części z tego, że składa się on z dwu równorzędnych wstępów: do mineralogji i do petrografji, i że autor, licząc się z brakiem podręczników w Polsce, dał we Wstępie wykład ważniejszych zagadnień mineralogji i petrografji; to rozszerzenie wpłynęło z kolei na odpowiednie zmniejszenie rozdziałów, poświęconych wskazówkom dla studujących na poziomie III-im.

Artykuł, dotyczący historii mineralogji w Polsce, jest nietyle informacją dla studujących, ile zarysem historii mineralogji w Polsce, z podaniem materiałów i źródeł naukowych. Potrzeba takiego właśnie ujęcia tematu podyktowana została brakiem odpowiednich opracowań i koniecznością poszukiwań źródłowych.

Dalej jeden z działów specjalnych mineralogji na Stopniu III, mianowicie — mineralogja chemiczna — został opracowany obszerniej od innych ze względu na dotychczasowe szczególne znaczenie tego działu w obrębie mineralogji oraz dlatego, że ten dział właśnie był i jest przedmiotem specjalnych badań mineralogów polskich.

Charakter mineralogji i petrografji pozwolił w tomie V, po raz pierwszy w nowem wydaniu Poradnika, zrealizować przewidziane w planie wskazówki dla studujących Polskę ze stanowiska wspomnianych nauk (p. artykuły p. t.: Mineralogja i petrografja Polski, O ochronie pomników przyrody nieożywionej w Polsce — a także (dla samouków i nauczycieli) ustępy o Polsce w Stopniu II i w Metodyce nauczania).

Podobnie jak w poprzednich tomach, dla podkreślenia ścisłego związku wzajemnego pomiędzy oświatą a nauką, zamieszczamy tu wskazówki dla samouków i nauczycieli w obrębie szczebla elementarnego i średniego, dając próbę ujęcia całości nauczania mineralogji w pewien, odpowiadający współczesnym wymaganiom naukowym, system i kreśląc tem samem projekt planowego uzupełnienia braków dzisiejszej literatury mineralogicznej polskiej.

WSTĘP OGÓLNY.

opracował

JÓZEF MOROZEWICZ.

I. MINERALOGJA. — II. PETROGRAFJA.

I.

MINERALOGJA.

Treść: 1. Definicja minerału. Przedmiot i podział mineralogji. 2. Mineralogja morfologiczna. 3. Mineralogja fizyczna. 4. Mineralogja chemiczna. 5. Mineralogja fizyczno-chemiczna i koloidalna. 6. Występowanie minerałów w litosferze (topika). 7. Powstawanie i przeobrażanie się minerałów. Doświadczenia syntetyczne a geneza minerałów. „Życie minerałów“. 8. Systematyka minerałów i mineralogja opisowa. 9. Stosunek mineralogji do nauk pokrewnych

1. DEFINICJA MINERAŁU. PRZEDMIOT I PODZIAŁ MINERALOGJI.

Glob ziemski, a mianowicie bliżej nam znane trzy jego powłoki: litosfera, hydrosfera i atmosfera, składa się z pewnej ilości pierwiastków oraz ich związków, które w odniesieniu do litosfery przyjęto nazywać *minerałami*. Ciał tych jest stosunkowo niewiele, albowiem kompletna ich lista nie przekracza zbytnio jednego tysiąca. W porównaniu z innymi państwami przyrody ożywionej jest to rzeczywiście liczba wcale umiarkowana, jeśli się zważy, że tylko poszczególne działy fauny i flory zawierają po kilka, a nawet po kilkanaście tysięcy gatunków, dających się dokładnie odróżnić.

Minerały, będące w olbrzymiej swej większości ciałami stałymi, są temi pojedynczemi cegiełkami, z których buduje się litosfera. Wśród tych stałych jej składników krąży jednak pewna nieznaczna stosunkowo ilość ciał o skupieniu ciekłym lub gazowym, które, konsekwentnie rzeczy biorąc, należałoby również zaliczać do minerałów. Woda, oddzielne części składowe ropy naftowej, rozmaite gazy, substancje promieniotwórcze z ich emanacjami są minerałami w tem znaczeniu, że wszystkie stanowią części składowe skorupy ziemskiej. W życiu codziennem i mowie potocznej przez minerał rozumiemy zwykle tylko stałe składniki litosfery, co nie jest słuszne. W dalszym ciągu naszych rozważań minerałami nazywać będziemy wszystkie części składowe zamieszkiwanej przez nas planety bez względu na ich charakter fizyczny, jakkolwiek pamiętać będziemy, że stały stan skupienia jest najpospolitszą fazą istnienia minerałów w litosferze, a mianowicie w jej strefach bardziej powierzchniowych, bardziej dla badań naszych dostępnych a, co za tem idzie, i lepiej poznanych.

Wszechstronnem badaniem minerałów zajmuje się osobna nauka przyrodnicza—*mineralogja*. Traktuje ona minerały z rozmaitych punktów widzenia, interesuje się więc przedewszystkiem ich morfologją, bada ich własności fizyczne i chemiczne, pilnie rozważa sposób ich występowania w ziemi, usiłuje wyjaśnić genezę, czyli pochodzenie minerałów, oraz ich ewolucję, t. j. te zmienne koleje, którym minerały podlegają w zależności od warunków fizyczno-chemicznych, panujących w rozmaitych poziomach litosfery. Atoli najbliższem i bezpośrednio zadaniem mineralogji jest rozpoznanie i opisanie wszystkich ciał prostych i złożonych, które składają się na skorupę ziemską, tudzież systematyczne ciał tych uporządkowanie i umiejętne rozklasyfikowanie.

Zależnie od tak rozmaitych zadań, mineralogja dzieli się na szereg osobnych gałęzi, rozrastających się coraz bujniej a jednocześnie oddalających się od siebie coraz bardziej. Na załączonej poniżej tabelce podajemy przyjęte ogólnie nazwy poszczególnych dyscyplin mineralogicznych.

A. Mineralogja
ogólna

1. Mineralogja morfologiczna.
2. Mineralogja fizyczna.
3. Mineralogja chemiczna.
4. Mineralogja fizyczno-chemiczna.
5. Mineralogja koloidalna.
6. Topika minerałów (występowanie w litosferze).
7. Minerogenja (powstawanie i przeobrażanie się minerałów).
8. Zasady klasyfikacji.

B. Mineralogja szczegółowa, czyli opisowa.

Pomijając na razie mineralogję stosowaną, w mineralogji właściwej odróżniamy dwa działy: ogólny i szczegółowy. Mineralogja szczegółowa jest nauką jednolitą i *opisową*, w przeciwstawieniu do mineralogji ogólnej, która w przeważnej liczbie swoich licznych gałęzi staje się coraz bardziej umiejętnością badawczą i *doświadczalną*. Mineralogja ogólna — w stosunku do szczegółowej — jest dyscypliną przewodnią, miarodajną, torującą nowe drogi, stwarzającą metody badań i rozszerzającą widnokreśli mineralogji opisowej. Stąd ta ostatnia jest konkretnem niejako zastosowaniem pierwszej.

Przedmiot i zagadnienia rozmaitych odłamów mineralogji ogólnej ujmujemy w krótkości, jak następuje.

2. MINERALOGJA MORFOLOGICZNA.

Przedmiot mineralogji morfologicznej stanowią zewnętrzne kształty minerałów, występujących często w formach geometrycznie prawidłowych, zwanych *kryształami*. Zdolność tworzenia kryształów jest swoistą własnością wielu ciał prostych i złożonych, które w chwili swojego tworzenia się, t. j. w chwili przejścia ze stanu ciekłego lub gazowego w stan skupienia stały, przybierają samorzutnie postaci wielościanów naturalnych, charakterystycznych dla danej substancji. Stąd płynie wielka doniosłość kryształów w sprawie odróżniania rozmaitych ciał stałych. Forma powstającego kryształu, ściśle zależna od jego treści substancjonalnej, podlega jednak w pewnych granicach niewielkim, acz dostrzegalnym wahaniom, zależnie od *własności środowiska*. Badając morfologję minerału, możemy tedy nie tylko odróżnić go od innych mi-

nerałów krystalicznych, lecz także poczynić pewne wnioski co do sposobu jego powstawania.

Naukowym badaniem ciał krystalicznych wogóle, bez względu na to, czy są one minerałami, powstałymi w łonie litosfery lub hydrosfery, czy produktami sztucznej hodowli w pracowniach naukowych i fabrykach, a także bez względu na to, czy należą one do związków nieorganicznych lub organicznych, zajmuje się osobna nauka—*krystalografia* (porówn. „Wstęp ogólny do krystalografii“ w t. IV Poradnika). Mineralogja morfologiczna zapożyczyła od krystalografii wszystkie metody badania kryształów i przejęła wszystkie jej prawa zasadnicze, jak prawo stałości kątów, prawo wymierności parametrów, prawo pasowe i prawo symetrii (porówn. „Krystalografię“ str. 22 i nast.). Mineralogja traktuje jednak kryształy bardziej ze stanowiska rozpoznawczego, niż teoretycznego. Chodzi jej o ścisłą definicję danego kryształu, by na jej podstawie móc go odróżnić od innych wielościanów przyrodzonych. Do tego celu prowadzą pomiary gonjometryczne, ustalające wielkość kątów pomiędzy ścianami kryształu (lub pionami na nie rzuconymi ze środka kryształu), oznaczenie jego stałych geometrycznych, t. j. wybór ściany jednostkowej i jej współrzędnych („osi kryształu“), tudzież obliczenie parametrów ściany jednostkowej. Stałe geometryczne kryształu pozwalają na umieszczenie go w jednym z przyjętych „układów krystalograficznych“, a bliższe zbadanie elementów jego symetrii — na zaliczenie go do jednej z 32 możliwych „klas symetrii“. W niektórych przypadkach ten cel ostateczny może być osiągnięty dopiero przez pomocnicze badania ustroju wewnętrznego kryształu, np. zapomocą metody trawienia ścian krystalicznych (patrz o tem wszystkim w tomie IV Poradnika, str. 25, 42). Uważamy minerał za dostatecznie zdefiniowany pod względem morfologicznym, skoro możemy przytoczyć liczbowy stosunek jednostek osiowych (parametrów ściany jednostkowej), rozwartość kątów osiowych oraz podać klasę symetrii, właściwą jego kryształom.

Poza kryształami pojedynczemi, mineralogja morfologiczna zajmuje się także żywo ich prawidłowemi zrostami, czyli t. zw. *bliźniakami*. Są to zespoły dwu lub kilku osobników, zrastających się symetrycznie do jakiegokolwiek bądź możliwej ściany

kryształu lub ściany prostopadłej do możliwej jego krawędzi. Ścianę taką nazywamy „płaszczyzną bliźniaczą“, która nie może być jednak płaszczyzną symetrii kryształu pojedynczego. Bliźniaki są dla wielu minerałów utworami wielce charakterystycznymi, i dlatego ważną jest rzeczą oznaczenie „prawa bliźniaczego“, czyli wskazanie płaszczyzny bliźniaczej, względem której obie połówki bliźniaka (dwojaka) leżą symetrycznie, t. j. tak, jak przedmiot i jego odbicie w zwierciadle. Ponieważ płaszczyzna bliźniacza niekoniecznie musi być jednocześnie płaszczyzną zrastania się dwu osobników, i ponieważ zdarza się często, że jeden i ten sam utwór bliźniaczy zbudowany jest wedle dwu lub kilku praw naraz, przeto należyte jego zdefiniowanie bywa niekiedy rzeczą nietatwą. Rozmaitość bliźniaków zwiększa się jeszcze przez to, że jedno i to samo prawo może działać dwukrotnie, trzykrotnie i t. d., skutkiem czego powstają „bliźniaki wielokrotne“, czyli „polisyntetyczne“, cechujące w wysokim stopniu niektóre minerały, tak np. ważną w budowie ziemi odgrywające rolę, jak skalenie (plagjoklasy). Do najciekawszych zjawisk w całej morfologii minerałów należą wreszcie „kryształy mimetyczne“, utwory wielce osobliwe, będące wynikiem wielokrotnego zrastania się cienkich blaszkowatych osobników wedle kilku jednocześnie praw bliźniaczych. Osobliwość ich polega na tem, że pojedyncze ich blaszki mają symetrię niższą od pozornej symetrii zespołu bliźniaczego. Klasycznymi przykładami takich kryształów „naśladowczych“ są: mikroklin pseudojednoskośny (pojedyncze indywidua trójskośne), leucyt pseudoregularny (osobniki rombowe), horacyt i t. p. Ściany kryształów naśladowczych bywają zwykle matowe i ujawniają rysunek kratkowy — następstwo wielokrotnego zrastania się kilkoma naraz płaszczyznami. Wartość rozpoznawcza tego rodzaju utworów jest bardzo wysoka. Kto raz widział kryształ leucytu lub mikroklinu o ścianach swoście sprządkowanych, ten rozpozna je zawsze od jednego rzutu oka.

Osobny i ciekawy rozdział morfologii minerałów stanowią zjawiska, odnoszące się do „pokroju kryształów“. Jakkolwiek zasadnicze własności krystalograficzne danego minerału (kąty, jednostki osiowe, symetria) są w warunkach normalnych stałe, to jednak wygląd zewnętrzny, czyli pokrój (habitus) jego osob-

ników, powstających w różnych środowiskach, może być niekiedy bardzo rozmaity. Rozmaitość ta polega głównie na pewnej selekcji kierunków wzrostu kryształu, czyli na szybszem odsuwaniu się od jego środka jednych ścian w porównaniu z innymi ścianami jednoznacznie. Kryształ przez to jakby deformuje się i odbiega od swej postaci idealnej. Wygląd kryształu „skombinowanego“ zależy także od niejednakowego rozwoju poszczególnych form prostych: przewaga tej lub innej z nich może mu nadać pokrój zgoła odmienny. Te i tym podobne odchylenia zależą, jak się rzekło, od własności środowiska, w którym kryształ narasta: od koncentracji roztworu przesyconego, od ruchu cieczy, wywołanego krystalizacją, nadewszystko jednak od domieszek ciał obcych, których obecność w wysokim stopniu wpływa na pokrój powstającego kryształu. (Klasyczne przykłady: sól kuchenna z czystego roztworu wodnego krystalizuje się w sześciścianach, z roztworu zaś zanieczyszczonego mocznikiem — w ośmiościanach; węglan wapniowy wydziela się z wody czystej, nasyconej tylko bezwodnikiem węglowym, w prostych romboedrach, z roztworów zaś, zawierających sole metali ciężkich — w skombinowanych kryształach skalenoedrycznych). Rzecz naturalna, że kryształy, powstające w litosferze wśród warunków bardzo rozmaitych i w środowiskach chemicznie wielce różnorodnych, odznaczają się i pokrojem nader zmiennym.

Morfologia minerałów nie poprzestaje jednak na tych regularnych własnościach krystalograficznych, lecz interesuje się także ich *kształtami przypadkowymi*, ponieważ i te świadczą niekiedy o sposobie ich powstawania i o własnościach otoczenia, które je wydało. Rozmaite np. formy naciekowe, kulisto-promieniste, groniaste i t. p. znamionują często minerały pochodzenia wodnego.

W przeciwstawieniu do minerałów krystalicznych, których własności fizyczne są funkcjonalnie zależne od kierunku, mineralogja morfologiczna odróżnia jeszcze *minerały bezpostaciowe* (amorficzne), których własności fizyczne nie są od kierunku zależne i których kształty są wyłącznie przypadkowe.

3. MINERALOGJA FIZYCZNA.

Mineralogja fizyczna bada własności fizyczne minerałów, a więc: ich sprężystość, twardość, gęstość, stan termiczny, elektryczny i magnetyczny, ich zachowanie się względem promieni świetlnych, katodowych, rentgenowskich, tudzież względem emanacyj rozmaitych ciał promieniotwórczych (radioaktywnych). Jakkolwiek, teoretycznie rzeczy biorąc, badania we wszystkich kierunkach wymienionych są równie pożądane, to jednak mineralogja, jako nauka w rdzeniu swym geologiczna, dąży przede wszystkim do dokładniejszego poznania tych fizycznych własności minerałów, które pozwalają na ich prędkie, ścisłe i niedwuznaczne odróżnianie i oznaczanie. Do takich znamion charakterystycznych należą np. spójność, twardość i gęstość a nade wszystko własności optyczne, których znajomość dała mineralogowi do ręki potężny środek badawczy, ułatwiający mu w wysokim stopniu opanowanie przyrody nieożywionej. Stąd też mineralogja fizyczna nie tylko przejęła od fizyki odpowiednie metody badania, lecz wyrobiła także metody nowe, oryginalne i do swych własnych celów zastosowane.

Główne zagadnienia mineralogji fizycznej dadzą się pokrótce ująć w sposób następujący. Co się tyczy naprzód takich własności, jak spójność, twardość i gęstość, to należy podkreślić, że mineralogja zajmuje się niemi nie tylko ze względu na ich znaczenie rozpoznawcze, ale także i dlatego, że są to cechy, odgrywające bardzo ważną rolę w tym cyklu przemian, którym podlega każdy minerał w zmiennych warunkach litosfery.

Przez *spójność* minerału rozumiemy wogóle opór przezeń stawiany przy pogwałcaniu jego kształtów zewnętrznych i całości. Opór ten nazywamy także wytrzymałością. Możemy jej nadać wyraz liczbowy, t. j. wyrazić ją w kilogramach obciążenia na jednostkę powierzchni, którego trzeba użyć, by dany minerał skruszyć (wytrzymałość na ciśnienie) lub rozerwać (wytrzymałość na rozrywanie). Szczególnym i bardzo interesującym objawem spójności minerałów jest ich *tupliwość*, t. j. zdolność rozłupywania się w płaszczyznach równych i gładkich pod wpływem czynników mechanicznych (uderzania, rozciągania, zgniatania). Zdolność tę posiadają tylko minerały o budowie krystalicznej, a jest ona obca

minerałom bezpostaciowym. Płaszczyzny łupliwości zawsze odpowiadają możliwym ścianom kryształu, przytem ścianom o najprostszych wskaźnikach. Łupliwość, jakkolwiek nie jest własnością powszechną minerałów, posiada jednak doniosłe znaczenie rozpoznawcze i stanowi zasadniczy fakt empiryczny, na którym oprzeć się musi każda teoria wewnętrznego ustroju kryształów. Według poglądu Haüy'ego, najprostszą jednostką budowy krystalicznej jest molekula o formie, wypływającej z łupliwości. Bravais przyjmował budowę kryształów sieciowo-przestrzenną: w węzłach trójwymiarowej sieci przestrzennej leżą materialne molekuly (drobiny) krystaliczne, rozdzielone przestrzeniami międzymolekularnymi. Sieć przestrzenna składa się zatem z równoległych warstw molekularnych, których odległości mogą być rozmaite, zależnie od kierunku. Obecnie przypuszczamy, że sieci przestrzenne zbudowane są z atomów a nie z drobin. Rzecz wielce prawdopodobna, że odległości pomiędzy warstwami atomowymi prostopadle do płaszczyzn łupliwości są największe, że zatem spójność w tym kierunku jest najmniejsza. Teoria ustroju kryształów (porówn. str. 65 „Krystalografji“ w t. IV Poradnika), opierając się na łupliwości, dochodzi także do wniosku, że warstwy równoległe do płaszczyzn łupliwości są najgęściej usadzone atomami.

W związku z łupliwością pozostają ważne i ciekawe zjawiska, znane pod nazwą uskoków krystalicznych, bliźniaków sztucznych i translacyj, a polegające w zasadzie na tem, że warstwy molekularne pod wpływem siły mechanicznej mogą przesuwac się równoległe do określonych ścian kryształu, nie tracąc przytem związku z warstwami nieprzesuniętymi. Wszystkie tego rodzaju zjawiska posiadają niemałą doniosłość dla zrozumienia procesów górotwórczych a zwłaszcza dla teorii szarżazu i przesuwania się mas skalnych w stanie stałym. Powstające przytem napięcia mogą wyrównywać się łatwiej dzięki tej zdolności ślizgania się warstw molekularnych po sobie bez widocznych objawów pogwałcenia mechanicznego. W szczególności łupliwość, powodująca powstawanie drobnych rys i szczelin w minerałach skałotwórczych pod wpływem ciśnienia, rozciągania lub nagłych zmian temperatury, odgrywa rolę pierwszorzędną w procesie me-

chanicznego rozdrabniania się (wietrzenia) skał na powierzchni litosfery. Powstające dzięki łupliwości spękania są owemi miejscami najmniejszego oporu, którei czynniki atmosferyczne wdzierają się do coraz głębszego wnętrza skał i mogą je tem skuteczniej rozsadać i kruszyć.

Szczególnym wyrazem spójności jest *twardość* minerałów, czyli opór stawiany ostrzu, wrzynającemu się w nie lub usiłującemu je zrysować. Jest to cecha diagnostycznie bardzo ważna i chętnie przez mineralogów używana, ile że metoda na niej oparta odznacza się niezwykłą prostotą. Chodzi tu bowiem tylko o zrysowanie powierzchni jednego minerału ostrą krawędzią drugiego: minerał rysujący jest oczywiście twardszy od zrysowanego. Ułożona przez Mohsa empiryczna skala twardości obejmuje 10 dowolnych stopni, wedle których można minerały podzielić na 10 grup o jednakowej mniej więcej twardości. Najtwardszym minerałem jest diament, najmiększym — talk. Skala Mohsa pozwala jednak tylko na jakościowe oznaczenie twardości badanego minerału. Zapomocą osobnych przyrządów, zwanych sklerometrami, można także oznaczyć twardość ilościowo, ważąc proszek, powstający przez rysowanie ostrzem o stałym obciążeniu lub podając w gramach obciążenie, potrzebne do wyrażnego zrysowania. Od twardości zależy trwałość i „niezniszczalność“ wielu minerałów, a wpływa ona także konserwująco na stan ich zachowania podczas biernej wędrówki na powierzchni ziemi.

Gęstość minerałów, czyli ich *ciężar właściwy*, jest cechą pierwszorzędnej doniosłości rozpoznawczej. Gęstość minerału jest to stosunek jego wagi do wagi wody o tej samej objętości w temp. $+4^{\circ}$ C. Mamy rozmaite sposoby oznaczania ciężaru właściwego. Najdokładniejszą jest metoda bezpośredniego ważenia minerału w wodzie wygotowanej i w powietrzu: różnica otrzymana jest mianownikiem ułamka, którego licznikiem jest waga minerału w powietrzu i który wyraża liczbowo gęstość. Celem prędkiego, acz tylko przybliżonego oznaczenia ciężaru właściwego w mineralogji używa się często t. zw. ważki Westphala. Okruch minerału równoważy się w cieczy, której gęstość musi być równa gęstości minerału, a następnie oznacza się

ciężar właściwy cieczy przez zanurzenie w niej jednego ramienia wagi i przez obciążenie go odpowiednią ilością ciężarków aż do ustalenia się równowagi. Ścisłość oznaczenia zależy nietylko od dokładności użytej metody, lecz także w znacznej mierze od jednorodności ważonego minerału, o czym niezawsze przekonać się można bezpośrednio, t. j. bez uciekania się do pomocy mikroskopu. Ciężar właściwy jest czynnikiem wysokiego znaczenia geologicznego, od niego bowiem zależy głównie segregacja i układanie się luźnych mas mineralnych na powierzchni litosfery podczas ich transportu przy pomocy wody, wiatru i lodu.

Własności optyczne minerałów, jako najłatwiej podpadające pod zmysł wzroku — ze wszystkich zmysłów najostrzejszy — stanowią od początku naukowego badania przyrody martwej najcenniejszą podstawę odróżniania składników skorupy ziemi i zostały opracowane bardzo szczegółowo. Chodziło przedewszystkiem o własności optyczne zewnętrzne, dające się obserwować bezpośrednio okiem nieuzbrojonym, czyli bez pomocy przyrządów optycznych, — a więc takie, jak barwa i połysk. Z biegiem czasu poczęto jednak stosować do oznaczania i opisu minerałów także metody umiejętnego badania optycznego, zapożyczone przeważnie z fizyki, i w niejednym kierunku rozwijać je samodzielnie, zwłaszcza odkąd do badań tych został wciągnięty mikroskop (druga połowa w. XIX). Rozwinęła się z tą chwilą cała odrębna i złożona metodyka i technika badań optycznych. Dziś znajdują się one w pełnym rozkwicie, dzięki czemu jesteśmy na drodze do gruntownego poznania „królestwa minerałów“.

Atoli cechy optyczne zewnętrzne, o których wspomniano wyżej, nie utraciły bynajmniej i dziś jeszcze swojego znaczenia rozpoznawczego. Blask, połysk, stopień przezroczystości, barwa oraz „rysa“ (czyli barwa proszku) minerałów barwnych są temi cennymi znamionami, które wraz z własnościami morfologicznymi oraz łupliwością i twardością pozwalają w ogromnej większości przypadków na prędkie i niedwuznaczne odróżnianie minerałów, zwłaszcza kruszcowych. Początki mineralogji zasadzają się też zwykle na rozpoznawaniu i ocenianiu tych dla każdego dostępnych właściwości świata nieożywionego.

Własności optyczne minerałów znacznie komplikują się, je-

zeli do ich badania użyjemy czułych metod i precyzyjnych przyrządów fizycznych. Metody te polegają na śledzeniu zmian, którym podlega promień światła, wchodzący do wnętrza minerału przezroczystego. Uderza tu przedewszystkiem dziwna harmonia pomiędzy kształtami zewnętrznymi minerału a charakterem owych zmian, tak, iż, oznaczając je dokładniej, możemy tem samem przewidzieć własności morfologiczne danego środowiska, t. j. minerału przezroczystego.

Metody, któremi mineralogja posługuje się w tym celu, bywają uzasadniane teoretycznie w odpowiednim dziale fizyki lub w dziale krytalografji fizycznej, zwanym *optyką kryształów*. Zdążają one do tego, by z własności optycznych danego środowiska wywnioskować, do którego działu morfologicznego ono należy. Najczęściej w mineralogji używane są zatem takie metody optyczne, które są pomocne przy oznaczaniu t. zw. stałych optycznych środowiska przezroczystego. Stałemi zaś optycznemi kryształu (minerału) nazywamy: 1) współczynniki załamania światła; 2) t. zw. orientacja optyczna, t. j. stosunek głównych kierunków optycznych do osi krytalograficznych; 3) wielkość kąta pomiędzy osiami optycznemi; 4) dyspersja osi optycznych w zależności od rodzaju użytego do pomiaru światła.

Optyka kryształów poucza mianowicie, że wszystkie ciała stałe i przezroczyste pod względem optycznym mogą być podzielone przedewszystkiem na dwie wielkie grupy: na środowiska równokierunkowe i na środowiska różnokierunkowe. W pierwszych własności optyczne nie zależą od kierunku, czyli we wszystkich kierunkach są jednakowe, w drugich—przeciwnie—są zmienne i zależne funkcjonalnie od kierunku, przytem tak, że kierunki, jednoznaczne krytalograficznie, są także jednoznaczne i pod względem optycznym (lecz nie odwrotnie). Współczynniki załamania światła w ciałach równokierunkowych są wszędzie jednakowe, w ciałach zaś różnokierunkowych wartości ich są zmienne, zależnie od kierunku i posiadają swe *maxima* i *minima*. Nadto, ciała tej kategorji mają zdolność nietylko zwykłego, czyli pojedynczego łamania promieni świetlnych, lecz także mogą je rozszczepiać i załamywać podwójnie. Środowiska, załamujące podwójnie (dwójtomne), dzielą się jeszcze na optycznie jednoosiowe

i optycznie dwuosiove: pierwsze posiadają jeden taki kierunek, w którym podwójnego załamania niema, czyli posiadają jedną oś optyczną, drugie mają dwa takie kierunki, w których fale światła płaskie po przejściu przez kryształ zachowują się tak, jak gdyby nie uległy załamaniu podwójnemu, i dlatego kierunki te nazywamy również osiami optycznymi. Wszystkie ciała, których kryształy należą do układu tetragonalnego lub heksagonalnego, są optycznie jednoosiowe, a oś główna (pionowa) kryształu jest zarazem jego osią optyczną. Ciała, posiadające dwie osi optyczne, mogą należeć do układu rombownego, jednoskośnego lub trójskośnego.

Pod względem optycznym możemy tedy podzielić minerały na trzy kategorie:

A. Środowiska równokierunkowe.

1. Minerały bezpostaciowe oraz minerały, krystalizujące się w układzie regularnym.

B. Środowiska różnokierunkowe:

a) jednoosiowe:

2. Minerały, krystalizujące się w układzie heksagonalnym i tetragonalnym;

b) dwuosiove:

3. Minerały, których kryształy należą do układu rombownego, jednoskośnego lub trójskośnego.

Odróżnianie optyczne minerałów trzeciej kategorii opiera się na orientacji optycznej a w szczególności — na położeniu płaszczyzny osi optycznych. W minerałach, których kryształy należą do układu rombownego, płaszczyzna osi optycznych biegnie równolegle do jednego z dwuścianów: podstawownego, podłużnego lub poprzecznego. Ponieważ w każdym z dwuścianów leżą dwie osi krystalograficzne, przeto dzielą one kąty pomiędzy osiami optycznymi (ostry i rozwarty) na połowy i noszą nazwę dwusiecznych. Trzecia oś krystalograficzna, prostopadła do płaszczyzny osi optycznych, tworzy t. zw. normalną optyczną. Orientacja optyczna minerałów rombownych daje się zatem przewidzieć z góry o tyle, że tu zawsze osi krystalograficzne są albo dwusiecznymi albo normalnymi. Minerały, krystalizujące się w układzie jednoskośnym, odznaczają się również pewną stałością stosunków optycznych, albowiem płaszczyzna osi optycznych leży w nich zawsze albo równolegle do dwuścianu podłużnego,

albo doń prostopadle. W pierwszym przypadku oś krystalograficzna prostopadła (y) jest prostopadła do płaszczyzny osi optycznych (jest normalną optyczną), w drugim — jest ona jedną z dwusiecznych. I tutaj zatem orientacja optyczna da się do pewnego stopnia oznaczyć zgóry, albowiem oś krystalograficzna prostopadła (y) zawsze musi być albo dwusieczną, albo normalną. Natomiast minerały układu trójskośnego nie posiadają określonej orientacji optycznej, tak, iż dla każdego z nich jest ona odmienna i musi być znaleziona empirycznie.

. Dalsze odróżnianie minerałów jedno- i dwuosiowych zasada się na ich charakterze optycznym, który może być dodatni lub ujemny. Kryształ jednoosiowy o dodatnim charakterze optycznym ma w kierunku osi optycznej największy współczynnik załamania (ϵ), w kierunku zaś prostopadłym — najmniejszy (ω). Odwrotnie zachowują się środowiska jednoosiowe optycznie ujemne, w których $\epsilon < \omega$. Kryształy dwuosiowe nazywamy optycznie dodatnimi wtedy, kiedy pierwsza dwusieczna, dzieląca ostry kąt osi optycznych, jest kierunkiem największego współczynnika załamania (γ); gdy zaś pierwsza dwusieczna odpowiada najmniejszemu współczynnikowi załamania (α), nazywamy je optycznie ujemnymi.

Za ważne elementy charakterystyki optycznej uważamy także: rozwartość kąta osi optycznych ($2V$), dyspersję osi optycznych, t. j. zmienność ich kąta zależnie od długości fal światła jednorodnego, użytego do pomiaru, wreszcie wielkość dwójtomności, t. j. różnicę pomiędzy największym a najmniejszym współczynnikiem załamania, np. ($\epsilon - \omega$) w kryształach jednoosiowych, lub ($\gamma - \alpha$) w kryształach dwuosiowych. Oto kilka przykładów konkretnych. Najpospolitszy składnik litosfery, kwarc, ma współczynnik nadzwyczajny $\epsilon = 1.5533$, zwyczajny $\omega = 1.5442$ (w świetle żółtem). Jest on zatem optycznie dodatni (+), a dwójtomność jego $\epsilon - \omega = 0.0091$ jest słaba. Przeciwnie kalcyt, rywal kwarcu co do rozpowszechnienia na powierzchni ziemi, jest optycznie ujemny (—), a jego współczynniki załamania światła różnią się bez porównania więcej: $\omega = 1.6584$, $\epsilon = 1.4864$, skąd dwójtomność jego $\omega - \epsilon = 0.1720$ jest bardzo wysoka. W ortoklazie, najbardziej rozpowszechnionym glinokrzemień, trzy główne

współczynniki załamania są: $\gamma = 1.5260$, $\beta = 1.5237$, $\alpha = 1.5190$, skąd *maximum* dwójłomności $\gamma - \alpha = 0.007$. Ortoklaz więc posiada dwójłomność jeszcze słabszą niż kwarc. W przeciwieństwie do dwu pierwszych, jest on minerałem optycznie dwuosiowym. Wielkość kąta osi optycznych: $2V = 69^{\circ}25'$ (światło czerw. ρ), $68^{\circ}43'$ (światło fiołk. ν), wobec czego charakter dyspersji osi optycznych jest: $\rho > \nu$. A ponieważ pierwszą dwusieczną, dzielącą na połowy ostry kąt osi optycznych, jest α , przeto ortoklaz jest minerałem optycznie ujemnym (—). Dla porównania przytoczymy jeszcze współczynniki załamania dwu minerałów izotropowych: wody, $n = 1.3333$, i diamentu, $n = 2.4175$ (w św. żółtem). Współczynniki załamania wody i diamentu są wielkościami dla świata minerałów poniekąd krańcowemi.

Wszystkie te cechy i własności optyczne mają wielkie znaczenie rozpoznawcze, a każdy mineralog musi je poznać dokładnie, by mógł je spożytkować w praktyce. W tym celu niezbędna jest dalej znajomość *metod mierniczych*, które mają na celu wyrażenie charakterystyki optycznej minerału w szeregu cyfr. Najważniejszymi metodami pomiarowemi są metody oznaczania stałych optycznych, a więc: współczynników załamania, kąta osi optycznych, dwójłomności, kątów pomiędzy zasadniczymi kierunkami geometrycznymi a optycznymi i t. p. Pomiarów współczynników załamania odbywają się w świetle zwyczajnem (metoda pryzmatu, zupełnego odbicia wewnętrznego, imersyjna), inne — w świetle spolaryzowanem.

Zastosowanie do mineralogji przyrządów, dostarczających *światła spolaryzowanego* (polaryskopów), miało epokowe znaczenie, zwłaszcza kiedy fizyk angielski Nicol (r. 1828) skonstruował ze spatu islandzkiego pryzmat, zwany dziś jego imieniem (nikol) i wytwarzający dokładnie spolaryzowane promienie świetlne, i kiedy około r. 1870 zaczęto te pryzmaty kombinować z mikroskopem, zaopatrzonym w ruchomy stolik kolisty. Tą drogą powstał *mikroskop mineralogiczny*, którego technika, wciąż ulepszana, doszła dziś do wysokiego stopnia rozwoju i złożyła w ręce przyrodnika potężne narzędzie badawcze. Dzisiejszy mikroskop mineralogiczny jest przyrządem niemal uniwersalnym, pozwalającym na dość dokładne oznaczanie stałych

optycznych minerału, zwłaszcza jeśli ucieknijemy się do pomocy licznych aparatów dodatkowych, dających się z nim skombinować.

Działanie mikroskopu znane jest z fizyki (porówn. dział optyki geometrycznej). Mikroskop mineralogiczny tem różni się od zwykłego, że posiada dwa nikole, z których jeden (polaryzator) osadzony jest pod ruchomym stolikiem, drugi zaś (analyzer) — w rurze (tubusie) pomiędzy obiektywem a okulem. Zwykłe światło białe, odbite od lusterka, wchodzi do polaryzatora, rozszczepia się w nim, jako w środowisku mocno dwójłomnym, na dwa promienie, zwyczajny i nadzwyczajny, odbywające swe drgania w płaszczyznach prostopadłych. Promień zwyczajny, drgający w płaszczyźnie prostopadłej do „przekroju głównego“ polaryzatora, ulega zniszczeniu przez całkowite odbicie wewnętrzne, promień zaś nadzwyczajny, drgający w przekroju głównym polaryzatora, opuszcza go już jako promień całkowicie spolaryzowany. Płaszczyzna drgania promienia nie ulegnie zmianie, jeżeli w dalszym swym biegu promień wejdzie do środowiska równokierunkowego lub natrafi w środowisku różnokierunkowym na płaszczyznę drgań, leżącą równolegle do płaszczyzny drgań, wychodzących z polaryzatora. Światło, wychodzące z polaryzatora, nie dozna również zmiany, jeżeli je przepuścimy przez drugi, górny nikol (analyzer), ustawiony równolegle do pierwszego, zostanie natomiast całkowicie zniszczone, jeżeli analyzer obrócimy o 90° , albowiem wówczas ulegnie całkowitemu odbiciu wewnętrznemu, podobnie jak promień zwyczajny uległ mu w polaryzatorze. Stąd reguła empiryczna: „nikole skrzyżowane światła nie przepuszczają“, — czynią to natomiast nikole równoległe. Jeżeli tedy nikole osadzone w mikroskopie skrzyżujemy, t. j. ustawimy tak, by ich przekroje główne tworzyły 90° , to pole widzenia pokryje ciemność. Przy takim ustawieniu nikoli możemy od jednego rzutu oka odróżnić minerały równokierunkowe od minerałów różnokierunkowych, trzeba im tylko nadać formę proszku, lub jeszcze lepiej, płytek cienkich równoległościennych, czyli t. zw. szlifów.

Płytki wyszlifowane z minerałów równokierunkowych, wprowadzone w pole widzenia mikroskopu, zaciemnione przez dwa skrzyżowane nikole, ciemności tej nie rozjaśniają. Mogą to tylko uczynić płytki ciał różnokierunkowych, np. jednoosiowych, o ile

zostały wyszlifowane nie prostopadle do osi optycznej, lecz w jakimkolwiek bądź innym kierunku. Jeżeli je obracać będziemy na stoliku mikroskopu, to przekonamy się, że w pewnych pozycjach rozjaśniają one ciemne pole widzenia mikroskopu, że pozycyji tych jest cztery i że następują one po sobie co 90° podczas całkowitego obrotu stolika. Pozycyje jasności przechodzą stopniowo w pozycyje ciemności, które osiągają swoje *maxima* również co 90° . Ciemność nastaje wtedy, kiedy płaszczyzna drgań płytki biegnie równolegle z przekrojem głównym polaryzatora, wówczas bowiem światło zeń wyszłe nie ulegnie w płytce żadnej zmianie i zostanie zniszczone w analizatorze. Jasność natomiast ukaże się we wszystkich innych położeniach płytki. Wtedy bowiem drgania światła, wychodzące z polaryzatora, rozkładają się w płytce na dwa rodzaje drgań prostopadle do siebie, lecz ukośne względem przekroju głównego analizatora. Jedne z nich będą przezeń zniszczone, drugie przejdą niezatrzymane i wywołają w oku wrażenie światła. Światło to musi być z natury rzeczy bardzo osłabione, a niekiedy przeistacza się ono przytem z białego na barwne. Mogą tu mianowicie powstawać t. zw. barwy interferencyjne, których geneza polega na tem, że niektóre części składowe światła białego, po przejściu przez płytkę, znalazłszy się w odmiennych i wprost przeciwnych sobie fazach drgania, znoszą się wzajemnie i powodują przez to występowanie barwy dla nich dopełniającej. Optyka kryształów poucza, że natężenie światła i barwy jest największe, kiedy przekrój główny płytki tworzy kąt 45° z przekrojami głównymi nikoli. Rodzaj zaś barwy zależy od grubości płytki i jej dwójłomności. Wszystkie te zjawiska, tak napozór dziwne i niezrozumiałe, zostały w sposób genialny wyjaśnione przez Fresnela w jego słynnym wzorze na intensywność światła, przechodzącego przez polaryzator, płytkę krystaliczną i analizator. (Porówn. optykę kryształów w gruntowniejszych dziełach fizycznych).

Wzór Fresnelowski w przypadku nikoli skrzyżowanych — praktycznie najważniejszym — ma postać następującą:

$$I^2 = A^2 \sin^2 2\varphi \cdot \sin^2 \left[180^\circ \frac{d(\gamma - \alpha)}{\lambda} \right],$$

- gdzie I oznacza intensywność światła po przejściu przez polaryzator, płytkę badanego minerału i analizator;
- „ A „ amplitudę drgań świetlnych;
- „ φ „ kąt pomiędzy przekrojem gł. płytki i polaryzatora;
- „ d „ grubość płytki;
- „ $\gamma - \alpha$ „ dwójłomność płytki;
- „ λ „ długość fali użytego światła.

Ze wzoru tego odczytujemy, że intensywność światła będzie najmniejsza, czyli równa 0, kiedy $\varphi = 0^\circ, 90^\circ, 180^\circ$ lub 270° , największa zaś — kiedy $\varphi = 45^\circ, 135^\circ, 225^\circ$ lub 315° . Płytką, obracaną na stoliku mikroskopu, musi więc cztery razy rozjaśnić się i cztery razy zaciemnić się. Pozatem naświetlenie płytki, jak to również z drugiej części wzoru wypływa, jest wprost proporcjonalne do grubości płytki i jej dwójłomności, czyli do różnicy dróg obu przebiegających ją promieni. Jeżeli różnica ta wyniesie 1, 2, 3 lub więcej całych długości fali, to intensywność odpowiednich promieni światła będzie równa 0; jeżeli zaś różnica ta wynosi $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{2}$ lub więcej nieparzystych połówek fali, to wówczas intensywność odpowiednich promieni będzie największa. Wzór Fresnela tłumaczy, jak widzimy, nie tylko ściemnianie się i rozjaśnianie się płytek dwójłomnych, lecz także i powstające jednocześnie zjawiska chromatyczne, skoro do oświetlenia mikroskopu użyjemy, jak to najczęściej bywa, światła białego.

Na tej podstawie opiera się nadzwyczaj czuła i elegancka metoda nie tylko odróżniania minerałów równokierunkowych od różnokierunkowych, ale także metoda oznaczania orientacji optycznej minerałów dwuosiowych. Chodzi tu, jak pamiętamy, o ustalenie stosunku pomiędzy osiami kryształu a trzema zawsze do siebie prostopadłymi głównymi kierunkami optycznymi, które wyżej nazwaliśmy dwusiecznymi i optyczną normalną, a które odpowiadają także trzem głównym współczynnikom załamania i trzem zgodnym co do kierunku osiom t. zw. owaloidy sprężystości optycznej Fresnela. Długości osi owaloidy Fresnelowskiej są odwrotnościami wielkościami współczynników załamania.

Oznaczanie orientacji optycznej minerału dwuosiowego sprowadza się zatem do rozwiązania zagadnienia: jak są położone

osi owaloidy sprężystości optycznej (a , b , c) względem trzech osi krystalograficznych (x , y , z). W układzie rombowym panuje zgodność co do kierunku pomiędzy osiami krystalograficznymi a osiami sprężystości; w układzie jednoskośnym tylko oś kryształu poprzeczna (y) zawsze odpowiada jednej z trzech osi sprężystości, dwie zaś inne mają położenie dowolne; wreszcie, środowiska układu trójskośnego nie wykazują żadnej zgóry określonej zależności pomiędzy osiami kryształu a osiami owaloidy sprężystości. Oznaczenie głównych kierunków sprężystości optycznej polega wprost na oznaczeniu pozycji, w której odpowiednio dobrana płytką (równoległą do przekroju głównego) ściemnia się między nikolami skrzyżowanymi, ponieważ osi sprężystości zawsze leżą w przekrojach głównych. (Nawiasem mówiąc, przekrojami głównymi przyjęto nazywać przekroje kryształu jednoosiowego, przechodzące przez oś optyczną lub do niej prostopadłe, a także przekroje kryształu dwuosiowego, przechodzące przez obie dwusieczne, przez pierwszą dwusieczną i normalną optyczną lub, wreszcie, przez drugą dwusieczną i normalną optyczną). Płytki kryształów rombowych ściemniać się będą statecznie, skoro którakolwiek z krawędzi, równoległych do osi x , y lub z , zleje się podczas obrotu stolika mikroskopu z przekrojem głównym jednego z nikoli. Zjawisko to w praktyce nazywamy *prostem* ściemnianiem się lub *prostem* znikaniem światła. W układzie jednoskośnym takim *prostem* znikaniem światła odznaczają się tylko przekroje równoległe do osi y ; dwie inne osi (x i z) tworzą z osiami sprężystości zawsze pewien kąt, i dlatego znikanie światła nie następuje tu zgodnie z krawędziami, równoległymi do osi x lub z , lecz *ukośnie*. Kąt tej ukośności, t. j. kąt między osią krystalograficzną, np. z , a osią sprężystości, np. c , może być zmierzony przez obrót kolistego stolika mikroskopu. W tym celu okulary mikroskopów mineralogicznych zaopatrzone są w dwie prostopadłe nitki, krzyżujące się w środku pola widzenia zgodnie z przekrojami głównymi nikoli i służące jako znaki miernicze. Nastawiając krawędź kryształu równoległą z nitką okularu, obracamy stół mikroskopu wraz z płytką aż do zupełnego jej ściemnienia się. Pierwsze i drugie stanowisko odczytujemy zapomocą nonjusza, przylegającego do krawędzi kolistego stolika mikroskopu,

zaopatrzonej w podziałki na stopnie. Kąt ukośnego znikania światła, zmierzony w ten sposób na dwuścianie podłużnym, jest wielkością bardzo charakterystyczną dla wielu minerałów jednoskośnych. Co do układu trójskośnego, to znikanie światła jest tu na wszystkich przekrojach kryształu ($\parallel x, y, z$) ukośne, albowiem wszystkie trzy osi sprężystości mają bieg niezgodny z osiami krystalograficznymi.

Tym sposobem możemy jednak oznaczyć tylko kierunek osi sprężystości oraz ich położenie względem osi kryształu. Orientacja optyczna byłaby zatem niekompletna i dwuznaczna, gdybyśmy jednocześnie nie oznaczyli wartości głównych kierunków optycznych. Dokonać zaś tego możemy w sposób bardzo prosty, nakładając na przekrój badany inną płytkę cienką o znanej zgóry orientacji. Najpospoliciej używa się w tym celu płytki gipsowej, odłupanej równolegle do płaszczyzny osi optycznych i wykrojonej w formie wydłużonego prostokąta. Dłuższa jego krawędź odpowiada sprężystości największej (a), krótsza — najmniejszej (c). Grubość „gipsówki“ umyślnie dobiera się tak, by dawała barwę interferencyjną czerwoną pierwszego rzędu w skali Newtona. Czuła ta barwa ukaże się między nikolami skrzyżowanymi, jeżeli gipsówkę umieścimy tak, by krawędzie jej tworzyły kąt 45° z przekrojami głównymi nikoli. Nakładając na gipsówkę inną płytkę cienką o nieznanym orientacji optycznej, należy pamiętać o tem, by obie płytki zajęły pozycję równoległą, t. j. by dłuższa krawędź gipsówki biegła równolegle do jednej z dwu osi sprężystości płytki badanej. Wówczas nastąpi zmiana barwy gipsówki: barwa jej albo podniesie się (w skali Newtona), albo obniży się, zależnie od tego, czy kierunek większej sprężystości gipsówki odpowiada kierunkowi większej, czy też mniejszej sprężystości płytki nieznanego. Jeżeli płytka sama przez się ma barwę interferencyjną, dajmy na to, jasnoszara, i jeżeli większa jej sprężystość biegnie zgodnie z dłuższą krawędzią gipsówki, to czerwień 1-go rzędu zmieni się na barwę wyższą, t. j. na niebieską 2-go rzędu, w przypadku odwrotnym barwa gipsówki obniży się, t. j. z czerwonej przejdzie na żółtą 1-go rzędu (wedle skali Newtona). Rzecz naturalna, że, obracając płytkę badaną na stoliku mikroskopu a pozostawiając

gipsówkę w pozycji stałej, otrzymamy kolejno barwy niebieską i żółtą (poza pozycjami czerwoności, kiedy płytką badaną ściemnia się). Teoria tego zjawiska wyływa bezpośrednio ze wzoru Fresnelowskiego (ob. wyżej). W pozycji zgodnej, kiedy kierunki sprężystości większej i mniejszej w obu płytkach są zgodne i kiedy nałożone na siebie płytki zachowują się tak, jak płytką pojedynczą odpowiednio zgrubiona, różnica dróg, przebieganych przez promień zwyczajny i nadzwyczajny $d(\gamma - \alpha)$, zwiększa się, co powoduje podnoszenie się porządku barwy interferencyjnej, gdyż odpowiednie wyrazy we wzorze Fresnela dodają się $[d_1(\gamma_1 - \alpha_1) + d_2(\gamma_2 - \alpha_2)]$; w niezgodnej zaś pozycji płytek wyrazy te odejmują się, różnica dróg zmniejsza się, a porządek barwy interferencyjnej musi ulec obniżeniu.

Metody dotychczas omówione posługują się światłem spolaryzowanym „równoległym“. W mineralogji stosuje się jednak cały szereg metod, polegających na spożytkowaniu światła spolaryzowanego „zbieżnego“, którego dostarczają przyrządy fizyczne, zwane *konoskopami*. Światło zbieżne możemy otrzymać także i w mikroskopie polaryzacyjnym, jeżeli nad polaryzatorem, t. j. w poziomie stolika mikroskopu umieścimy soczewkę, mocno zbierającą, i jeżeli użyjemy obiektywu o krótkim ognisku. Tak skombinowany mikroskop pozwala przede wszystkim na odróżnianie minerałów jednoosiowych od minerałów dwuosiowych, jeżeli ma się do dyspozycji płytki cienkie wykrojone prostopadle do osi optycznej w pierwszym—, a prostopadle do „ostrej“ dwusiecznej w drugim przypadku. Płytki takie, wprowadzone między nikole skrzyżowane, wytworzą *figury interferencyjne* jedno- lub dwuosiowe, stanowiące naczelną cechę rozpoznawczą ciał obu kategorii. Figura interferencyjna jednoosiowa (wywołana przez płytkę nieco grubszą) składa się z szeregu koncentrycznych pierścieni barwnych, przeciętych czarnym krzyżem, którego ramiona krzyżują się w środku obrazu i biegną równolegle do przekrojów głównych nikoli. Figury jednoosiowe nie zmieniają się podczas obrotu stolika. Natomiast figury minerałów dwuosiowych zniekształcają się w miarę obrotu płytki i mają dwie charakterystyczne pozycje: równoległą, kiedy płaszczyzna osi optycznych biegnie równolegle z przekrojem głównym analizatora lub pola-

ryzatora, i przekątną, kiedy ta płaszczyzna biegnie pod kątem 45° względem przekrojów głównych nikoli. W pierwszej pozycji tworzą szereg współśrodkowych barwnych krzywych, przypominających kształt biszkopta a zwanych lemniskatami, które przecina krzyż czarny, podobnie jak w obrazie interferencyjnym jednoosiowym; w drugiej pozycji lemniskaty pozostają niezmienione, ale krzyż zmienia się i rozrywa na dwie czarne hiperbole, wygięte na zewnątrz, których punkty wierzchołkowe leżą w płaszczyźnie osi optycznych i są ich rzutami na płaszczyznę przekroju (prostopadłą do pierwszej dwusiecznej). Rzecz naturalna, tego rodzaju obrazy interferencyjne powstają w świetle zbieżnym białym. Używając światła jednorodnego (np. czerwonego), otrzymamy te same geometrycznie obrazy, w których jednak pierścienie i krzywe barwne ustąpią miejsca czarnym, leżącym na tle użytego światła jednorodnego (np. czerwonego). W normalnych preparatach mikroskopowych (petrograficznych), których grubość nie powinna zbytnio przekraczać 0.01 mm , zjawiska interferencji barwnej w minerałach o słabszej dwójłomności najczęściej już nie występują. Obrazy interferencyjne składają się tu zatem tylko z ciemnego krzyża lub ciemnych hiperbol.

W świetle zbieżnym możemy przedewszystkiem wykonywać pomiary *kąta osi optycznych*, używając w tym celu albo osobnego przyrządu, będącego kombinacją konoskopu i gonjometru, albo też tylko mikroskopu. Pomiar mikroskopowy polega na oznaczeniu odległości pomiędzy pierwszą dwusieczną a jedną z osi optycznych (metoda Mallarda i Beckego) i na obliczeniu kąta osi wedle prostego wzoru: $\sin V = dk$ (gdzie d — jest zmierzoną odległością, k — stałą). Nie trzeba zapominać, że kąt osi optycznych jest funkcją trzech głównych współczynników załamania (α , β , γ), i że można go z nich obliczać zapomocą znanego wzoru:

$$\text{tang } V = \sqrt{\left(\frac{1}{\alpha^2} - \frac{1}{\beta^2}\right) : \left(\frac{1}{\beta^2} - \frac{1}{\gamma^2}\right)}$$

Z tego wynika, że główne współczynniki załamania światła (α i γ — w kierunku dwusiecznych, β — w kierunku opt. nor-

malnej) są najważniejszymi „stałymi optycznymi“ środowisk dwuosiowych¹⁾.

Mierząc kąt osi optycznych w dwu albo kilku rodzajach światła jednorodnego, możemy zarazem oznaczyć ich *dyspersję*, t. j. zmienność kąta zależnie od długości fali użytego światła. Jeżeli z pomiaru wypadnie, że kąt osi optycznych jest większy w świetle np. czerwonym, niż w świetle fioletowym, to taką dyspersję oznaczamy w formie nierówności: $\rho > \nu$.

W świetle zbieżnem da się również oznaczyć bardzo łatwo *charakter optyczny* minerałów jedno- i dwuosiowych, a mianowicie zapomocą wspomnianej wyżej gipsówki.

Do charakterystyki optycznej minerałów należą jeszcze *dwójłomność* i *pleochroizm*, posiadające wysoką wartość diagnostyczną. Jeżeli główne współczynniki załamania zostały oznaczone osobno, to dwójłomność maksymalna, czyli różnica pomiędzy największym a najmniejszym współczynnikiem załamania, została przez to także oznaczona: $\omega - \varepsilon$ lub $\varepsilon - \omega$ w kryształach jednoosiowych, $\gamma - \alpha$ w kryształach dwuosiowych. Tę dwójłomność można atoli zmierzyć, nie znając absolutnej wartości współczynników załamania, na płytkach lub przekrojach równoległych do osi optycznej lub do płaszczyzny osi optycznych, zapomocą osobnych dodatkowych przyrządów mierniczych, zwanych *kompensatorami* (np. zapomocą kompensatora Babinet'a). Pomiar polega na oznaczeniu grubości płytki, którą oceniamy zapomocą śruby mikrometrycznej mikroskopu, i na oznaczeniu odległości smugi kompensacyjnej od środka pola widzenia, czego dokonywamy zapomocą śruby mikrometrycznej kompensatora. Wyniki pomiarów obrachowujemy wedle prostego wzoru:

$(\gamma - \alpha) = \frac{l}{d}$, gdzie d oznacza grubość płytki, l zaś jest zmierzoną „długością kompensacji“.

Co się zaś tyczy pleochroizmu, to jest on własnością minerałów barwnych i przezroczystych, które w rozmaitych kierun-

¹⁾ Mineralogowie francuscy oznaczają trzy główne współczynniki załamania (n) w sposób odmienny: $\gamma = n_g$, $\beta = n_m$, $\alpha = n_p$ (grand, moyen, petit)

kach pochłaniają rozmałą ilość i jakość promieni świetlnych i przez to ukazują rozmaite barwy. Pleochroizm (róźnobarwność) badamy bezpośrednio w mikroskopie zapomocą jednego tylko nikola (polaryzatora), obracając stolik z płytką i obserwując w sposób jakościowy zmianę i natężenie barw absorbcyjnych, t. j. powstałych skutkiem zatrzymania pewnej części promieni przechodzących. W charakterystyce minerału barwnego przytaczamy zwykle tylko te barwy absorbcyjne, które odnoszą się do głównych kierunków optycznych, a więc które ukazują się równolegle i prostopadle do osi optycznej w minerałach jednoosiowych, równolegle zaś do trzech osi owaloidy sprężystości lub do trzech głównych współczynników załamania w minerałach dwuosiowych. Róźnicę w natężeniu barw przyjęto wyrażać w formie nierówności, np. $\omega > \epsilon$ lub $\gamma > \beta > \alpha$.

W końcu wspomnieć jeszcze musimy o *własnościach optycznych bliźniaków* i metodach, stosowanych do ich rozpoznawania. Obecność bliźniaków, a zwłaszcza bliźniaków wielokrotnych i kryształów mimetycznych, stanowi dla wielu minerałów bardzo ważną cechę rozpoznawczą. Ponieważ obie połówki bliźniaka, obrócone względem siebie o 180° , posiadają w przekrojach odmienną orientację optyczną, przeto budowa bliźniacza rozpoznaje się w świetle spolaryzowanym od jednego rzutu oka, mianowicie na przekrojach prostopadłych lub choćby tylko nachylonych do płaszczyzny bliźniaczej, której rzut tworzy ostrą linię graniczną („szew bliźniaczy“) dwu osobników. Płaszczyzna bliźniacza odpowiada możliwej ścianie kryształu, i dlatego oznaczenie optyczne bliźniaka sprowadza się w praktyce do wskazania stosunku głównych kierunków optycznych względem szwu bliźniaczego na przekroju prostopadłym. Ponieważ budowa bliźniacza stanowi charakterystyczną cechę rozpoznawczą tak ważnej i rozpowszechnionej grupy minerałów, jak skalenie, a zwłaszcza jak szereg izomorficzny plagjoklazów, którego ogniwa statecznie ukazują się w bliźniakach wielokrotnych, sprawa mikroskopowo-optycznego oznaczenia tych minerałów oparła się przeto na ich budowie polisyntetycznej. Opracowano cały szereg metod (M. Schuster, Michel-Lévy, Fouqué, Fedorow), które zdążają do tego, by na podstawie własności optycznych

bliźniaka oznaczyć jego skład chemiczny, t. j. wskazać %-ą zawartość anortytu i albitu. Metody te zasadzają się najczęściej na mierzeniu kąta znikania światła względem szwu bliźniaczego na przekrojach możliwie dokładnie oznaczonych: np. na przekrojach równoległych do ściany (001) lub do ściany (010), dalej na przekrojach prostopadłych do 1-ej i 2-ej dwusiecznej, lub do płaszczyzny bliźniaczej i t. d. Rzadziej do definicji plagjoklazów używa się światła zbieżnego i figur interferencyjnych (Becke). Wogóle, badania optyczne ciał izomorficznych i kryształów mieszanych są z tego względu ważne i bardzo ciekawe, że prowadzą wprost do przewidywania ich składu chemicznego, co poniekąd czyni zbędnym wykonywanie rozbiórów chemicznych.

Na zasadzie tych uwag o własnościach optycznych minerałów i o metodach mierniczych, stosowanych w tym dziale mineralogji fizycznej, wspomnimy jeszcze w paru słowach o *obrotowej polaryzacji* światła, właściwej nielicznej grupie minerałów, których kryształy pozbawione są płaszczyzn symetrii (jak kwarc i cynober), a w kierunku osi optycznej ujawniają szczególną dwójłomność. Powstające tu bowiem dwa promienie są spolaryzowane nie prostolinijnie, lecz kolisto, t. j. drgania świetlne odbywają się tu po liniach kolistych, jedno w prawo, drugie w lewo. Płytką kwarcu np., wykrojona prostopadle do osi optycznej i wprowadzona między nikole skrzyżowane, rozjaśnia — wbrew oczekiwaniu — pole widzenia. Ażeby otrzymać w świetle jednorodnem ciemność, należy analizator obrócić o pewien kąt w prawo lub lewo zależnie od natury krystalograficznej kwarcu (kwarc „prawoskrętny“ i kwarc „leuoskrętny“) i grubości płytki. Te i inne jeszcze zjawiska polaryzacji obrotowej kwarcu występują wyraźnie tylko na płytkach grubych i skutkiem tego w praktyce mikroskopowej znaczenia rozpoznawczego nie posiadają, są jednak wysoce ważne dla teorii struktury kryształów (porówn. IV tom Poradnika, str. 65).

Wreszcie wypada zaznaczyć, że światło spolaryzowane odbite usiłowano także zastosować do badania i odróżniania minerałów nieprzezroczystych (Königsberger).

W szkicu powyższym usiłowałem przedstawić najważniejsze właściwości optyczne minerałów, których poznanie uważam za

konieczne dla wszystkich miłośników przyrody nieożywionej, pragnących poznać ją głębiej i bezpośrednio. Miałem przytem na uwadze wyłącznie tylko własności świetlne kryształów i minerałów normalnie zbudowanych i takich, które nie podlegały żadnym znacznijszym wpływom mechanicznym (np. ciśnieniu, uderzaniu) lub termicznym (ogrzewaniu lub oziębianiu). Czynniki te bowiem działają na budowę kryształów odkształcająco i powodują większe lub mniejsze budowy tej zaburzenia, odbijające się w sposób nader widoczny na własnościach optycznych. Wszelkie odstępstwa od normalnej orientacji optycznej, powodowane wpływami zewnętrznymi, przyjęto nazywać *anomaljami optycznymi*. Tak np., ciała bezpostaciowe, jak szkło lub żelatyna, sprasowane w jednym kierunku, stają się środowiskami różnokierunkowymi, a co zatem idzie, dwójłomnymi. Podobnie zachowują się i kryształy regularne, np. soli kamiennej lub fluspatu. Jednoosiowe optycznie kryształy kwarcu i berylu, jeżeli je sprasować prostopadle do osi optycznej, stają się optycznie dwuosiowymi, jakkolwiek pozornie postaci swej nie zmieniają. Analogiczne anomalje optyczne wywołuje także jednostronne ogrzewanie kryształów. Przyczynę tych i tym podobnych anomalij upatrujemy w zmianie ustroju molekularnego i w tych napięciach, które zostały wywołane przez czynniki zewnętrzne. Opierając się na danych eksperymentalnych, w podobny sposób tłumaczymy odstępstwa od reguł teoretycznych, napotykanę bezpośrednio w przyrodzie. A więc anormalną dwójłomność dookoła inkluzyj obcych (gazów, mikrolitów i t. p.), napotykanę wewnątrz kryształów pozornie jednorodnych, a więc także anomalje optyczne kryształów regularnych, będących mieszaniną izomorficzną kilku składników, jak granaty i inne. W obu tych przypadkach powstają napięcia wewnętrzne, spowodowane bądź przez ucisk ciał obcych, wywierany na otaczającą odmiennego ustroju sieć molekularną, bądź przez takież ucisk niezupełnie sobie równych drobin izomorficznych. Do tejże kategorii zjawisk należą napięcia w kwarcu granitów i gnejsów, powodujące t. zw. faliste znikanie światła. Osobną i bardzo ciekawą grupą anomalij optycznych stanowią t. zw. kryształy mimetyczne (porównaj str. 5). Rzecz naturalna, że w świetle spolaryzowanym między nikolami skrzyżo-

wanemi ujawniają one właściwą swoją naturę, t. j. budowę wielokrotnie-bliźniaczą, uwidocznioną przez rozmaitą orientację subtelnych elementów składowych, t. j. prążków i blaszek bliźniaczych, jak w leucycie, mikroklinie, trydymicie i innych. Ale w temperaturze podniesionej, dla każdego z wymienionych minerałów odmiennej, anomalje znikają, a kryształy zbliźniane stają się jednorodnymi odpowiednio do swej symetrii zewnętrznej. Dla objaśnienia tego zjawiska przyjmujemy dwupostaciowość substancyj mimetycznych: w temperaturach podniesionych może istnieć tylko modyfikacja bardziej symetryczna, odpowiadająca symetrii zewnętrznej kryształu, w temperaturze normalnej zaś ta bardziej symetryczna modyfikacja samorzutnie przechodzi w odmianę mniej symetryczną, która musi się niejako dopasować do form zewnętrznych kryształu przez rozpad na mikroskopowo drobne osobniki wielokrotnie zbliźniane. Trzeba przytem pamiętać, że kryształy, o których mowa (leucyt, trydymit), tworzą się w lawach, a więc w temperaturach wysokich, i że owe ich anomalje powstają dopiero wtórnie, po ostygnięciu skały.

W związku z anomaljami optycznymi musimy jeszcze wspomnieć o wpływie temperatury na orientację optyczną minerałów wogóle. Jest to wpływ bardzo znamieny. Minerale, ogrzewane ze wszystkich stron równomiernie, tracą zazwyczaj na wartości współczynników załamania światła. Kąt osi optycznych w kryształach dwuosiowych zmniejsza się przytem, a rozwartość jego może spaść nawet do 0° . Przez dalsze ogrzewanie możemy spowodować ponowne zwiększanie się kąta osi optycznych, lecz już w płaszczyźnie do poprzedniej prostopadłej. Tak zachowuje się ortoklaz. W ciągu ostygnięcia preparatu orientacja powraca do normy w porządku odwrotnym. Dłuższe i mocniejsze ogrzewanie może jednak utrwalić nabytą orientację wtórną. Jak widzimy, są to zjawiska bardzo ciekawe i pouczające. Dowodzą one niezwykłej czułości orientacji optycznej na wpływ czynników fizycznych: ciśnienia i temperatury.

Inne własności fizyczne minerałów nie mają już tak ogólnego znaczenia rozpoznawczego, jak cechy optyczne. Są one natury, że tak powiemy, bardziej ekskluzywnej, a metody diagnostyczne, na nich oparte, mogą być stosowane z powodzeniem

do poszczególnych tylko minerałów. Tak np., wybitnym magnetyzmem odznaczają się nieliczne tylko minerały, jak magnetyt i piryt magnetyczny, które też na podstawie tej wyłączności dają się wybornie odróżniać; w mniejszym natomiast stopniu cechę tę posiadają inne minerały, zwłaszcza pozbawione żelaza. Podobnie rzecz ma się z minerałami, których kryształy posiadają polarne osi symetrii (jak kwarc, hemimorfit i inne), a przez ogrzanie na końcach tych osi otrzymują odmienne ładunki elektryczności. Można je ujawnić zapomocą metody opylania mieszaniną siarki i minji (Kundt). Przewodnictwo elektryczne stanowi ważną cechę rozpoznawczą także dla niektórych tylko minerałów, jak np. dla pirytu i markasytu.

O wiele donioślejsze i powszechniejsze znaczenie przypisać należy własnościom termicznym minerałów, a zwłaszcza ich *topliwości*. Dokładne oznaczenie punktu topliwości posiada wysoką doniosłość dla charakterystyki minerału, gdyż punkt ten stanowi jeden z najważniejszych czynników, regulujących jego zakres istnienia. Metody oznaczania punktu topliwości w ostatnich kilku dziesięcioleciach zostały doprowadzone do wysokiego stopnia dokładności dzięki zastosowaniu oporowych pieców elektrycznych i pirometru Le Chateliera, wskazującego temperatury znacznie powyżej 1000° C. Zwłaszcza pracownia geofizyczna instytutu Carnegiego w Waszyngtonie rozwinęła na tem polu szeroką a płodną działalność.

Mineralogja fizyczna interesuje się także *promieniotwórczością* niektórych minerałów, zawierających uran i tor, bada wpływ ciał radioaktywnych (rad, polon) na minerały zabarwione, ale stosowane tu metody, ze względu na małą ilość ciał promieniotwórczych w litosferze, szerszego znaczenia praktycznego narażenie nie posiadają.

W dobie obecnej weszły na porządek dzienny także badania minerałów zapomocą prześwietlania *promieniami Röntgena*. Otrzymane w tym zakresie zdumiewające wyniki, polegające na stwierdzeniu odbijania się tych promieni od warstw atomowych sieci przestrzennej, mają jednak znaczenie przeważnie dla teorii ustroju kryształów (porówn. IV tom Poradnika, str. 65).

4. MINERALOGJA CHEMICZNA.

Przedmiotem tej gałęzi mineralogji są własności chemiczne minerałów, same przez się i w stosunku do cech morfologicznych i fizycznych. Mineralogja chemiczna rozwijała się od końca w. XVIII-go niemal samodzielnie i równolegle z właściwą chemją mineralną, a wielu znakomitych chemików, jak Berzeljusz, Klaproth, Mitscherlich i in., zajmowało się z równą gorliwością tak chemją, jak mineralogją. Stąd metody mineralogji chemicznej spopularyzowały się wśród zawodowych mineralogów, geologów i górników znacznie wcześniej, niż metody optyczne, które w naszych dopiero czasach weszły w powszechne użycie. Mineralog współczesny dąży do tego, by mógł z równą sprawnością posługiwać się wszystkimi sposobami badania elementów litosfery, ale musimy tu podkreślić, że metody chemiczne są dlatego dlań najniezbędniejsze, że mogą być stosowane do wszystkich minerałów bez wyjątku i bez względu na stan skupienia, przezroczystość i budowę, które dla metod geometrycznych i fizycznych nie są rzeczą obojętną. Pomiary gonjometryczne są przydatne tylko w przypadku dokładnej krystalizacji minerału, pomiary optyczne dadzą się wykonać tylko na minerałach przezroczystych, podczas gdy chemiczne sposoby rozpoznawania ciał mają zastosowanie zgoła powszechne. Atoli metody optyczne w zastosowaniu do minerałów przezroczystych, stanowiących lwią część litosfery, mają tę nieocenioną dogodność, że wymagają o wiele mniejszej aparatury i mniejszego nakładu czasu.

Naczelnem zadaniem mineralogji chemicznej jest przede wszystkim poznanie *składu chemicznego minerałów*, które, jak wiemy, są poszczególnymi związkami (rzadziej pierwiastkami) chemicznymi, tworzącemi skorupę ziemską. Celem tego dopina zapomoć *metod analitycznych*, a te albo zapożyczają od chemji, albo wyrabiają samodzielnie, jako bezpośrednio zainteresowana. Usiłowaniom mineralogów, a w czasach dawniejszych także — górników i hutników, zawdzięczamy mianowicie wysoki rozwój *metody dmuchawkowej*, którą możnaby nazwać specjalnością mineralogji chemicznej a która oddaje nadzwyczajne usługi we

wszystkich tych przypadkach, kiedy chodzi o prędkie rozpoznanie jakościowe składu chemicznego minerałów kruszczowych. Metoda ta odznacza się niezwykłą prostotą i dostępnością, a w niektórych razach — także wyjątkową ścisłością, skąd płynie jej doniosłość praktyczna i pedagogiczna. Wprowadzona na szerszą skalę przez chemików i hutników skandynawskich, Berzeljusz a zwłaszcza, udoskonalona przez mineralogów i górników szkoły frajberskiej (Plattner i in.), metoda dmuchawkowa w istocie swej polega na użyciu rurki metalowej, zgiętej pod kątem prostym, zapomocą której wdmuchujemy powietrze do płomienia świecy lub lampki olejnej celem jego podniecenia. Płomień, zasilony tlenem powietrza, jest odczynnikiem bądź utleniającym, bądź redukującym. Umiejętne użycie płomienia działającego czy to bezpośrednio na minerał, umieszczony na podkładzie węgla drzewnego, czy to na mieszaninę otrzymanych zeń tlenków z solą fosforową, boraksem i sodą, pozwala nie tylko na oznaczenie jakościowe topliwości minerałów, ale także na wykrycie i oddzielenie całego szeregu pierwiastków, zwłaszcza z grupy metali ciężkich, jak złoto, srebro, miedź, żelazo, mangan, chrom, kobalt, nikiel, i—kruchych, jak arsen, antymon, bizmut. Siarka również może być tą drogą odkryta w najdrobniejszych nawet ilościach, a oddzielenie takich pierwiastków, jak kobalt i nikiel lub arsen i antymon, sprawiające tyle kłopotu przy użyciu innych metod analitycznych, odbywa się tu z nadzwyczajną ścisłością, elegancją i rącznością. Jeżeli się przytem zważy, że wszystkie przyrządy i odczynniki, niezbędne przy wykonywaniu rozbioru dmuchawkowego, mieszczą się w niewielkim pudełku, i że metodę tę stosować można wszędzie, zarówno w pracowni miejskiej, jak w kopalni, zarówno w dżungli i pustyni podzwrotnikowej, jak wśród lodów podbiegunowych, to jej znaczenie badawcze wystąpi w całej pełni. Dla pedagoga, pragnącego wprowadzić adeptów mineralogji w ciekawy i tajemniczy jeszcze poniekąd świat minerałów kruszczowych, jest to jedyna, nieodzowna i pewna droga. Uczony badacz złóż kruszczowych nie może się również bez niej obejść. I dlatego to skromna „dmuchawka“, pomimo swej „staroświeckości“, cieszy się do dziś dnia wielką wziętością wśród mineralogów i górników całego świata, tych oczywiście,

którzy zadadzą sobie niewielki zresztą trud opanowania tego przyrządu.

Pozatem mineralogja przy rozbiórce chemicznym minerałów posługuje się wszystkimi metodami chemji analitycznej, a więc zarówno wagowemi, jak miareczkowemi i elektrolitycznemi. Dla mineraloga i petrografa szczególniejszej wagi nabierają metody analityczne, stosowane do minerałów skałotwórczych (krzemianów, węglanów i in.), jako najistotniejszych składników litosfery. Analiza krzemianów stała się również do pewnego stopnia specjalnością petrografów i mineralogów, którzy nie tylko przejęli z chemji metody dawniejsze, powszechnie znane, ale także niejednokrotnie je ulepszyli lub zastępowali przez nowe, bardziej precyzyjne.

Wyniki analizy chemicznej, podawane zwykle w procentach wagowych, stanowią podstawę do obliczania formuły, czyli wzoru minerałów. Chodzi tu mianowicie o przerachowanie odsetek wagowych, wykazujących zawartość poszczególnych pierwiastków (lub tlenków), na stosunki molekularne, dające wprost liczby atomów (lub cząsteczek), składających najprościej pomyślany wzór, czyli symbol chemiczny danego minerału. Stosunki te otrzymamy, dzieląc procenty wagowe przez ciężary atomowe pierwiastków (lub tlenków). Analiza chemiczna wykazuje np., że piryt zawiera 46.67% żelaza (*Fe*) i 53.33% siarki (*S*). Dzieląc liczby te przez ciężar atomowy żelaza ($F = 55.9$) i siarki ($S = 32.06$), otrzymany w ilorazie 8.3 oraz 16.6, co odpowiada stosunkowi 1:2. Cząsteczka (drobina) pirytu składa się zatem z 1 atomu żelaza i 2 atomów siarki, czyli ma najprostszy wzór (symbol) empiryczny: FeS_2 . Atoli wzory chemiczne większej części minerałów, a zwłaszcza niektórych krzemianów nie są tak proste. Przeciwnie, mamy tu najczęściej do czynienia ze związkami bardzo skomplikowanemi, których formuły empiryczne dają się wyrazić tylko w formie przybliżonej. Budowa chemiczna przeważnej liczby minerałów, ujawniająca liczbę atomów i sposób ich wiązania, a prowadząca do t. zw. wzorów konstytucyjnych, nie jest nam dokładnie znana, a to z tego powodu, że bezpośrednie oznaczenie doświadczalne wagi ich cząsteczki napotyka nieprzewyciężone, jak dotychczas, trudności techniczne. O wiel-

kości cząsteczek minerałów możemy sądzić tylko na drodze pośredniej, oznaczając np. obniżanie się punktu topliwości lub studując pewne reakcje chemiczne, ale obydwaj te sposoby nie prowadzą narazie do wyników zupełnie pewnych. Przytaczane niekiedy „wzory konstytucyjne“ krzemianów np. są zatem przeważnie natury czysto hipotetycznej i wskazują, co najwyżej, tylko jedną z możliwości. Do krzemianów, jako do ciał, po największej części nierozpuszczalnych bez równoczesnego rozkładu, nie posiadających ostrego punktu topliwości, a pod względem energii chemicznej odznaczających się pewnego rodzaju bezwładnością, nie dają się wogóle stosować metody, które w innych działach chemii, organicznej zwłaszcza, doprowadziły do rozkwitu teorii strukturalnych (stereochemia).

Każdy minerał, będący określonym związkiem chemicznym, posiada określone własności morfologiczne. W warunkach sprzyjających może on, jak wiemy, przybierać właściwą mu postać krystaliczną. Wyjątek stanowią tylko minerały „bezpostaciowe“, ukazujące się w formach przypadkowych. Wyżej przytoczony piryt (dwusiarczek żelaza, FeS_2) tworzy np. bardzo charakterystyczne kryształy regularne, należące do klasy 12-ścianu podwójnego. Rzecz jednak szczególna, że taki sam procentowy skład chemiczny posiada inny jeszcze minerał, markasyt, którego kryształy należą wszakże do zgoła innej klasy symetrii, a mianowicie do klasy dwupiramidy rombowej. Substancja dwusiarczku żelaza jest zatem, jak się okazuje, *wielopostaciowa* (polimorficzna), a co najmniej — dwupostaciowa. Tego rodzaju ciał posiadamy wśród minerałów niemało. Są między nimi związki ważne i wielce rozpowszechnione, jak węgiel wapniowy ($CaCO_3$), występujący w dwu postaciach: heksagonalnej (kalcyt) i rombowej (aragonit), jak dwutlenek krzemu (SiO_2), znany również w dwu często napotykanym formach: heksagonalnego kwarcu i rombowego lub jednoskośnego trydymitu, i w. i. Dwutlenek tytanu (TiO_2) zdarza się w postaci trzech morfologicznie odrębnych minerałów: jako brookit (rombowy), rutyl (tetragonalny) i anataz (tetragonalny, ale o innych jednostkach osiowych). Mamy więc tu przypadek trójpostaciowości.

Różne modyfikacje ciał wielopostaciowych różnią się nie tylko morfologicznie, lecz także warunkami powstawania, zakresem swojego istnienia w zależności od temperatury, tudzież odmiennymi własnościami fizycznymi i reakcjami chemicznymi. Stąd wnosimy, że i skład ich chemiczny nie jest, ściślej rzecz biorąc, ten sam, jakkolwiek można go wyrazić jednym najprostszym wzorem empirycznym. W istocie swej muszą się one różnić albo kondensacją (polimeryzacją) najprostszej swej cząsteczki, albo też jej odmienną budową atomową (izomerją). Tschermak przypuszcza, że ta polimeryzacja pozostaje w związku z ustrojem wewnętrznym kryształu i jego symetrią, a zgodnie z tem założeniem pisze np. wzór trygonalnego kalcytu w formie $3 CaCO_3$, rombownego zaś aragonitu — w formie $4 CaCO_3$. Dwupostaciowość dwusiarczku żelaza może być także wyjaśniona przez przyjęcie rozmaitej wartościowości żelaza w pirycie i markasycie, co się da także udowodnić i na drodze eksperymentalnej.

Różne modyfikacje ciał wielopostaciowych mogą w pewnych, ściśle oznaczonych temperaturach przechodzić jedna w drugą. Proces ten odbywać się przytem może spontanicznie w obie strony, t. j. modyfikacja *A* może zamienić się na modyfikację *B* i odwrotnie, jak to się dzieje w przypadku ciał enancjotropowych, albo — tylko w jedną stronę, t. j. modyfikacja *A* może przejść w modyfikację *B*, lecz nie odwrotnie (ciała monotropowe). Klasycznym przykładem ciał pierwszego rodzaju jest siarka, która topi się w t. $114^{\circ} C.$ i krystalizuje się w formach jednoskośnych, lecz już w t. $95,6^{\circ} C.$ przechodzi w drugą modyfikację, t. j. w siarkę rombowną, która, ogrzana do $95,6^{\circ} C.$, znów powraca do stanu jednoskośnego. Zakres istnienia siarki jednoskośnej jest zatem mniejszy, bo mieści się w temperaturach od $95,6^{\circ}$ do $114^{\circ} C.$, gdy siarka rombowna istnieć może w granicach temperatur od $95,6^{\circ} C.$ do $0^{\circ} C.$, a, być może, aż do zera absolutnego ($-273^{\circ} C.$). Inaczej zachowuje się rombowny aragonit: ogrzany do t. $440^{\circ} C.$, rozpada się na proszek romboedryczny kalcytu, który jednak z obniżeniem się temperatury nie powraca już do stanu rombownego i nie zamienia się na aragonit. Nowsze badania termiczne dowodzą, że bardzo znaczna liczba ciał mineralnych odznacza się

polimorfizmem, który zdaje się być ogólną własnością materji stałej.

Mineralogja chemiczna interesuje się żywo innym jeszcze stosunkiem składu chemicznego do własności morfologicznych, a mianowicie *izomorfizmem*, czyli równopostaciowością. Mamy tu na myśli minerały o podobnych postaciach krystalograficznych i o analogicznym składzie chemicznym. Podobieństwo morfologiczne bywa znaczne i polega na tem, że jednostki osiowe kryształów izomorficznych są niekiedy bardzo zbliżone, że kąty między analogicznymi ścianami różnią się zaledwie o kilka lub kilkanaście minut, wreszcie — że łupliwość jest ta sama. Analogja chemiczna w przypadkach klasycznych bywa także nader przejrzysta, albowiem polega zwykle na tożsamości jonów (grup) kwasowych oraz blizkiem pokrewieństwie pierwiastków metalicznych. Tak ma się rzecz np. z węglanami wapnia ($CaCO_3$), strontu ($SrCO_3$), baru ($BaCO_3$), ołowiu ($PbCO_3$), które tworzą szereg izomorficzny rombowy, lub z węglanami wapnia ($CaCO_3$), manganu ($MnCO_3$), żelaza ($FeCO_3$), cynku ($ZnCO_3$), które znów należą do takiegoż szeregu romboedrycznego. Na czele pierwszego stoi aragonit, na czele drugiego — kalcyt. Mamy tu wszędzie wspólną grupę CO_3 , a wszystkie pierwiastki metaliczne są dwuwartościowe i mogą się nawzajem zastępować. Analogja chemiczna polega tu zatem na równej liczbie atomów i na jednakiej ich wartościowości. W innych przypadkach pokrewieństwo chemiczne jest mniej wyraźne. Może ono polegać np. na jednakiej tylko wartościowości pierwiastków metalicznych lub zastępujących je grup atomowych, jak w przypadku chlorku potasu KCl i chlorku amonu (NH_4) Cl , gdzie niema równości atomów, — albo przeciwnie, polegać ono może na równości atomów, które jednak posiadają rozmałą wartościowość chemiczną, jak w przypadku skaleni trójskośnych: albitu $NaAlSi_3O_8$ i anortytu $CaAl_2Si_2O_8$. Atoli te różnice chemiczne wzrastają nieraz jeszcze bardziej pomimo znacznej zgodności morfologicznej (izogonizmu), co np. dostrzegamy w parze ciał takich, jak kalcyt $CaCO_3$ i pirargiryt Ag_3SbS_3 , które są izogoniczne, jakkolwiek trudno je zaliczyć do ciał izomorficznych. Stąd analogji chemicznej niepodobna uznać za jedyny warunek izomorfizmu. Po-

wszechnem jest mniemanie, że substancje niewątpliwie równopostaciowe odznaczają się zdolnością tworzenia *kryształów mieszanych*, przyczem zdolność ta wzrasta wraz z podobieństwem chemicznem. Z drugiej strony znane są i takie ciała, które tworzą jednorodne kryształy mieszane, chociaż nie są podobne morfologicznie, a pod względem chemicznym wykazują odległe tylko analogje, jak salmiak $(NH_4)Cl$ i chlorek żelazowy $FeCl_3$. Te i tym podobne komplikacje, tudzież trudność dania jednolitej i ogólnej definicji izomorfizmu zostały poczęści usunięte z chwili, kiedy przekonano się, że ciała, prawdziwie równopostaciowe i dające kryształy mieszane, posiadają *podobne objętości molekularne*, czyli że drobinę jednych mogą być w sieci przestrzennej zastępowane przez cząsteczki drugich. Im bliższe objętości cząsteczkowe, tem łatwiej powstają kryształy mieszane. Ale i ta reguła musiała z czasem ulec częściowej zmianie wobec tego, że kongruencja sieci przestrzennych zależy nietylko od objętości drobin, ale także od ich odległości na osiach kryształu. Pojęcie objętości molekularnych zostało więc zastąpione przez pojęcie *parametrów topicznych*, które uwzględnia zarówno objętość, jak i odległość drobin. Możemy więc dzisiaj powiedzieć ogólnie, że tylko te ciała zdolne są do wspólnego wzrostu lub zorjentowanego na sobie narastania, których parametry topiczne są podobne i bliskie.

Ciała izomorficzne, a zwłaszcza mogące tworzyć kryształy mieszane, odgrywają w mineralogji rolę bardzo wybitną. Wiele ważnych i rozpowszechnionych minerałów musimy uważać za mieszaniny izomorficzne, że wspomnimy tu tylko o plągjoklazach, granatach, spinelach. Najcelniejszą ich własnością jest ta, że cechy ich fizyczne są zależne od ich składu chemicznego. Można je zatem przewidzieć zgóry na podstawie danych, charakteryzujących kryształy pojedyncze. Dzięki temu Mallard zdołał np. obliczyć własności optyczne rozmaitych ogniwi plągjoklazów (mieszanin izomorficznych albitu i anortytu) i stworzyć tem trwałą podstawę do wnioskowania o składzie chemicznym mieszaniny na podstawie jej zachowania się optycznego.

Oprócz mieszanin izomorficznych w mineralogji mamy często do czynienia z mieszaninami izodymorficznymi lub wogóle—

izopolimorficznymi. Przez ciała izodymorficzne rozumiemy dwa ciała różne krystalograficznie, które jednak mogą tworzyć kryształy mieszane o postaci bądź jednego z nich, bądź drugiego, w zależności od przewagi jednego lub drugiego. Przypuszczamy, że substancje tego rodzaju istnieją w dwu modyfikacjach: stałej, tworzącej kryształy samoistne, i chwiejnej, występującej tylko w mieszaninach. Tak np., metakrzemian magnezowy ($MgSiO_3$) sam przez się tworzy kryształy rombowe, może jednak stanowić domieszkę izomorficzną piroksenów jednoskośnych i trójskośnych. Musimy tedy przyjąć trzy modyfikacje metakrzemianu magnezowego: jedną stałą (rombową) i dwie chwiejne, istniejące tylko w mieszaninach.

Od mieszanin izomorficznych musimy odróżniać *sole podwójne*, których własności fizyczne nie są ściśle zależne od składu chemicznego. Są to zatem samoistne związki chemiczne o określonym składzie i wzorze. Pospolitym ich przykładem jest dolomit. Węglały pojedyncze: wapniowy ($CaCO_3$) i magnezowy ($MgCO_3$) należą krystalograficznie do klasy skałnoedrycznej, sól zaś ich podwójna, dolomit, tworzy kryształy odmienne, zaliczane do klasy romboedrycznej i mające stały, niezmienny skład chemiczny: $CaMg(CO_3)_2$. Ciężar ich właściwy nie jest średnią arytmetyczną ciężarów kalcytu i magnezytu, lecz jest nieco wyższy. Z powstawaniem soli podwójnej wiąże się zatem pewna kondensacja cząsteczek, której nie dostrzegamy w mieszaninach izomorficznych.

Mówiąc o kryształach mieszanych, stanowiących wogóle związki stechiometrycznie określone, należy jeszcze wspomnieć o takich ciałach krystalicznych, które odznaczają się pewną chwiejnością składu chemicznego. Wspomnieliśmy już wyżej, że chlorek amonowy (salmiak) tworzy kryształy jednolite z chwiejną zawartością chlorku żelazowego, którego ilość sięga 7%. Skądinąd wiemy także, że piryt magnetyczny, którego wzór zbliża się do FeS , zawiera statecznie siarki nieco więcej, a mianowicie nadmiar ten wzrasta tu do 5%. Istnienie tego rodzaju kryształów przyjęto obecnie objaśniać zapomocą pojęcia „*roztworów stałych*”, które, w przeniesieniu na ciała koloidalne, zlewa się z pojęciem adsorbcji (por. niżej). O ile jednak zdolność adsorbcyjna ciał

bezpostaciowo-koloidalnych jest łatwo zrozumiała, o tyle w przypadku ciał krystalicznych, tworzących osobniki, krystalograficznie ostro zdefiniowane, zachodzi trudność w objaśnieniu dość ciasnej granicy takiego „roztworu stałego“, którego skład można w dodatku wyrazić za każdym razem wzorem stechiometrycznym.

Jednym z najdonioślejszych zagadnień mineralogji chemicznej jest dalej *synteza minerałów*. Chodzi w niej o sztuczne odtworzenie związków, będących częściami składowymi litosfery, w warunkach, o ile możliwości, zbliżonych do tych, w których je tworzy przyroda. Zadanie to niełatwe, albowiem środki naszych pracowni w porównaniu z ogromną potencją sił przyrodzonych są zbyt nikłe i niedostateczne. Minerale naturalne powstają na skutek pewnych reakcyj, w których biorą udział najczęściej wielkie masy materji i które odbywać się mogą przez długie okresy czasu. Warunkom tym niepodobna sprostać w żadnym laboratorium naukowym. Dlatego też związki, otrzymywane syntetycznie, co do wielkości i dokładności wykształcenia nie mogą nawet być porównywane z temi wspianiałemi utworami krystalicznymi, które rodzą się w łonie litosfery. Pomimo to jednak synteza minerałów nie traci swej żywotnej doniosłości, ponieważ cel jej polega nietyle na ilościowym, co raczej na jakościowym ujęciu zjawisk genetycznych, a więc na reprodukcji osobników choćby najdrobniejszych, byleby one pod względem morfologicznym, chemicznym i fizycznym odpowiadały w zupełności minerałom naturalnym. Kryształy, otrzymane syntetycznie, o ile je chcemy uważać za identyczne z naturalnemi, muszą tedy posiadać te same stałe geometryczne i optyczne, ten sam ciężar właściwy i ten sam skład chemiczny. A dalej, ponieważ głównym celem syntezy jest wyjaśnienie powstawania danego minerału, przeto fizyczno-chemiczne warunki doświadczeń pracownianych muszą być analogiczne do tych, wśród których powstawał związek naturalny. W przeciwnym razie wyniki syntezy, skądinąd dodatnie, z punktu widzenia genetycznego uważamy za niedostateczne. Odróżniamy trzy główne grupy metod syntetycznych: metody sublimacyjne, metody hydrochemiczne i metody ogniowe.

Sublimacja polega bądź na bezpośredniem parowaniu i na-

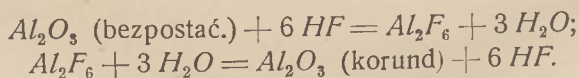
stępnem krzepnięciu tej samej substancji, bądź na wzajemnem oddziaływaniu gazów i par, mogących przez wzajemną wymianę pierwiastków dawać związki stałe, bądź też na działaniu gazów na ciała stałe, które pod ich wpływem przeobrażają się chemicznie i morfologicznie. Klasyczny przykład podobnego rodzaju reakcji mamy w syntezie hematytu (Fe_2O_3), który powstaje, gdy gorące pary chlorku żelazowego zetkną się z parą wodną: $2 FeCl_3 + 3 H_2O = Fe_2O_3 + 6 HCl$. Otrzymane tą drogą kryształki tlenku żelazowego są drobne, ale posiadają wszystkie cechy hematytu naturalnego („błyszczu żelaznego“), powstającego w kraterach wulkanicznych. I dlatego synteza ta jest ważna zarówno pod względem czysto chemicznym (otrzymywanie związku Fe_2O_3), jak i genetycznym (wyjaśnienie tworzenia się hematytu w wulkanach). Analogicznie powstają siarczki metali ciężkich, jeżeli wodę zastąpimy przez siarkowodór, np. $PbCl_2 + H_2S = PbS$ (galena) $+ 2 HCl$.

Otrzymywanie związków mineralnych *metodą hydrochemiczną* zasada się na reakcjach pomiędzy roztworami lub na działaniu roztworów na ciała stałe — zwykle w temperaturach podniesionych. Ogrzewając roztwór bezpostaciowej krzemionki z roztworem chlorku potasowego w temp. 200—300° C., otrzymujemy kryształy dwutlenku krzemu ze wszystkimi szczegółami morfologicznymi naturalnych kryształów kwarcu. Roztwory węglanu magnezowego lub żelazowego, ogrzane z węglanem sodu, dają w tych samych warunkach romboedry magnezytu lub syderytu. Bezpostaciowe substancje siarczanu barowego lub fluorku wapniowego pod wpływem gorącego roztworu dwuwęglanu sodu krystalizują się w postaciach barytu lub fluspatu. W podobny sposób zostały otrzymane w stanie krystalicznym rozmaite siarczki, występujące w żyłkach kruszcowych wraz z kwarcem, fluspatem, barytem i węglanami. Powyższe syntezy tłumaczą zatem sposób powstawania minerałów żyłowych. Na tejsze drodze można także otrzymywać krzemiany wodne, jak analcym, natrolit, lub bezwodne, jak leucyt.

Metodę bezpośredniego topienia czyli *metodę ogniową* stosujemy przeważnie do syntetycznego otrzymywania krzemianów, będących najważniejszymi elementami skał pochodzenia ognio-

wego. Jest to, właściwie, najprostsza metoda syntetyczna. Polega ona bowiem na topieniu części składowych krzemianu, wziętych w formie tlenków lub węglanów, wymaga jednak dość wysokich temperatur, przekraczających znacznie 1000° C. i sięgających aż do 1400—1500° C. Związki wielkiego znaczenia geologicznego zostały odtworzone na tej drodze: rozmaite ogniwa szeregów izomorficznych oliwinu, piroksenu, skaleni i skaleniowców— a to w warunkach bardzo zbliżonych do tych, które panują w lawach i magmach.

Metody wyżej wymienione nie wyczerpują jednak wszystkich możliwych sposobów powstawania minerałów w przyrodzie. Niektóre związki, odgrywające ważną rolę w lawach i, wogóle, skałach ogniowych, jak kwarc, ortoklaz, albit, amfibol, biotyt i inne, i będące bez wątpienia wynikiem krystalizacji ogniowej, nie dają się jednak syntezować na drodze bezpośredniego topienia ich części składowych. Można je natomiast otrzymać w kryształach analogicznych do naturalnych przez topienie ich części składowych w rozpuszczalnikach, niekiedy dość osobliwych. Jednym z takich rozpuszczalników jest np. kwas borny lub boraks a także użyty po raz pierwszy przez Hautefeuille'a wolframian sodowy. Nie biorą one bezpośredniego udziału w składzie minerałów, o których mowa, ale sprzyjają wyraźnie powstawaniu ich kryształów, czy to przez obniżanie punktu topliwości mieszaniny, czy przez wytwarzanie związków chwiejnych, rozpadających się podczas krystalizacji. Tego rodzaju ciała, jak wolframian sodowy oraz inne, zarówno stałe jak gazowe, przyjęto od czasów H. Sainte-Claire-Deville'a nazywać „mineralizatorami“. Mineralizatorem jest np. fluorowodór, zamieniający glinę bezpostaciową na korund w temp. podniesionej. Działanie fluorowodoru da się jednak w tym przypadku wyjaśnić przez przyjęcie dwu faz reakcji, a mianowicie:



Jakkolwiek tego rodzaju syntez, wykonywanych za pomocą rozpuszczalników w rodzaju wolframianu sodowego, boraksu i t. p., nie możemy pod względem genetycznym uważać za miarodajne

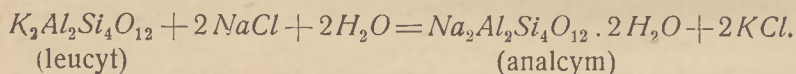
i odpowiadające warunkom naturalnym, to jednak wielu badaczy uważa, że mineralizatory odgrywają w przyrodzie wybitną rolę syntetyczną, przytem bywają do nich zaliczane nie tylko gazy jakie, jak fluor, chlor i in., lecz także woda. Są to zatem w pojęciu dzisiejszej chemii fizycznej katalizatory, przyspieszające szybkość reakcji.

Zaznaczyć wreszcie wypada, że istnieje pewna liczba minerałów, których syntezy, pomimo licznych usiłowań, nie zostały wykonane w sposób pewny i przekonujący. Mamy tu na myśli przede wszystkim minerały kontaktowe oraz będące częściami składowymi łupków krystalicznych, jak granaty, turmaliny, epidoty, wezuwjan i t. p. Ale są między nimi i tak ważne składniki skał wybuchowych, jak amfibole, których synteza, pomimo prac badaczy amerykańskich (Carnegie Institution), stanowi po dziś dzień jeden z najtrudniejszych problemów mineralogji chemicznej.

Synteza minerałów, prócz doniosłego znaczenia teoretyczno-genetycznego, znalazła także zastosowanie do celów praktycznych, mianowicie do reprodukcji kamieni drogich, a zwłaszcza rubinów, które dziś otrzymuje się fabrycznie wedle sposobu Frémy i Verneuil'a, będącego w zasadzie metodą sublimacyjną.

W ścisłej łączności z właściwą syntezą minerałów pozostają doświadczenia, mające na celu nietylko otrzymanie tego lub innego związku mineralnego, co raczej *wyjaśnienie eksperymentalne* tych reakcyj i przeobrażeń, którym minerały podlegają w przyrodzie. Doświadczenia tego rodzaju nie są łatwe, albowiem minerały są związkami o małej najczęściej energii chemicznej, trudno reagującymi lub zgoła nie reagującymi na inne składniki lito-, hydro- lub atmosfery. Ażeby energję ich zwiększyć, doświadczenia muszą być prowadzone w podniesionej temperaturze i pod zwiększonym ciśnieniem, a czas ich trwania musi być możliwie długi. Najciekawsze prace w tej dziedzinie wykonano nad glinokrzemianami, które mają charakter soli kwasów kompleksowych o ogólnym wzorze empirycznym: $H_2 Al_2 Si_n O_{2n+4}$. Wodór kwasu glinokrzemowego może być zastąpiony przez pierwiastki alkaliczne i ziemno-alkaliczne, a n może mieć znaczenie

różne pomiędzy 1 a 10. Z doświadczeń Lemberga okazało się, że te glinokrzemiany, należące do najważniejszych części składowych litosfery, skądinąd tak bezwładne, pod wpływem roztworów wodnych, zawierających sole alkaliczne i ogrzanych do 100 — 200° C. lub nieco powyżej, mogą zmieniać się w sposób bardzo znamieny. Mogą one np. wymieniać swoje zasady na pierwiastki metaliczne tej samej lub innej wartościowości a jednocześnie mogą łączyć się z wodą. Klasyczną jest mianowicie reakcja przejścia leucytu w analcym pod wpływem roztworu soli kuchennej, opracowana przez Lemberga:



Reakcja ta nietylko prowadzi do syntezy analcymu, ale poucza, jak wogóle tworzą się glinokrzemiany wodne, czyli dzeolity, które są krystalizacjami młodocianemi, powstającemi w przyrodzie pod działaniem wód gorących na glinokrzemiany bezwodne. Niekiedy reakcje tego rodzaju komplikują się przez to, że glinokrzemian nietylko łączy się z wodą i wymienia zasadę, ale także wydziela z siebie część krzemionki w postaci np. opalu. W innych znów przypadkach, jak tego dowiódł Thugutt, glinokrzemian bezwodny (np. sodalit) może przejść w dzeolit o wyższej zawartości kwasu (np. natrolit), przyczem $\frac{1}{3}$ glinu wydziela się w formie glinianu alkalicznego. Tu znów mamy doświadczalne wyjaśnienie tego procesu rozkładowego skaleni i skaleniowców, który zdarza się w przyrodzie i prowadzi do tworzenia się dzeolitów obok wodzianów glinu (diasporu i hydrargilitu). Nadto reakcja wspomniana może stanowić także jedną z nielicznych podstaw wniosku o wadze cząsteczkowej glinokrzemianów. Skoro bowiem trzecia część zawartego w nich glinu zachowuje się w reakcjach rozkładowych inaczej, niż pozostałe dwie trzecie, to musi ona być także inaczej związana w glinokrzemianie pierwotnym bezwodnym, którego cząsteczka musi być przeto co najmniej trzy razy większa od podawanej we wzorze empirycznym.

Oddzielny rozdział mineralogji chemicznej stanowią *reakcje mikrochemiczne*, mające na względzie cele przeważnie rozpo-

znawcze. Jedne z nich dążą do ujawnienia pewnych charakterystycznych pierwiastków, jak np. potasu w leucycie lub sodu w analcymie, inne traktują badany minerał jako całość, posiadającą pewien indywidualny charakter chemiczny. Pierwszego rodzaju reakcjami (na pierwiastki) zajmować się tu dłużej nie mamy powodu, bo są one w istocie swej zwykłymi reakcjami, zapożyczonymi z chemii analitycznej, z tą tylko różnicą, że wykonywa się je w skali bardzo drobnej, a otrzymane osady kryształiczne bada się na drodze optycznej pod mikroskopem. Właściwe reakcje mikrochemiczne (na minerały) mają na celu wywołanie barwnych osadów na powierzchni minerałów bezbarwnych, któreby je różniły od innych podobnych. Wykonywa się reakcje tego rodzaju na szlifach mikroskopowych (pozbawionych szkielek pokrywkowego) lub na minerałach sproszkowanych. Dla odróżnienia kalcytu ($CaCO_3$) od dolomitu ($CaMgC_2O_6$) posługujemy się np. t. zw. reakcją *Lemberg*a. Wyszlamowany proszek kalcytu i dolomitu zwilża się paru kroplami roztworu chlorku żelazowego, możliwie obojętnego. Po paru minutach ziarnka kalcytu pokrywają się brunatną powłoką wodzianu żelazowego, gdy obok leżące ziarna dolomitu pozostają bezbarwne, tak, iż pod mikroskopem dają się z łatwością odróżnić od kalcytu. W podobny sposób możemy odróżnić bezbarwny aragonit ($CaCO_3$, rombowy) od bezbarwnego kalcytu ($CaCO_3$, heksagonalny), jeżeli ich proszki potraktujemy roztworem rozcieńczonym lecz gorącym azotanu kobaltowego: wówczas aragonit już po upływie minuty przybiera piękną barwę fioletową, kalcyt zaś bezbarwności swej w ciągu tego czasu wcale nie traci (*Meigen*).

Niektóre barwniki organiczne, jak błękit metylowy, fuksyna i inne, dały się zastosować do barwienia glinokrzemianów, zwłaszcza dzeolitów, w celach diagnostycznych. Dzeolity reagują również na 10%-owy roztwór azotanu srebra, przechodząc w analogiczne związki srebrne, na których powierzchni roztwór chromianu potasowego strąca następnie barwne osady. Kombinując te i tym podobne metody, *Thugutt* zdołał odróżnić mikrochemicznie około 30 najważniejszych dzeolitów oraz innych jeszcze krzemianów.

5. MINERALOGJA FIZYCZNO - CHEMICZNA I KOLOIDALNA.

Mineralogja fizyczno-chemiczna powstała przed kilkoma dziesiątkami lat, jako gałąź chemji fizycznej, której jest — *sit venia verbo* — powolną służebnicą. Jeżeli chemja fizyczna, jako taka, „dąży do wynalezienia zależności pomiędzy własnościami fizycznymi a składem chemicznym ciał“, oraz poszukuje „praw ogólnych, rządzących przemianami chemicznymi materji“ ¹⁾, — to mineralogja „fizyczno-chemiczna“ czyni to samo, tylko w zakresie ciaśniejszym, usiłując zastosować owe prawa ogólne do dziedziny minerałów. Jest ona *par excellence* nauką syntetyczną i stara się ująć w pewną całość oraz powiązać logicznie te fakty i spostrzeżenia, któremi przed niedawnym jeszcze czasem zajmowały się osobno mineralogja fizyczna i osobno mineralogja chemiczna. Z tego punktu widzenia jest ona niejako spadkobierczynią obu tych gałęzi i w przyszłości zajmie prawdopodobnie ich miejsce całkowicie. Mineralogja fizyczno-chemiczna rozważa tedy zachowanie się minerałów (jako ciał chemicznych) w zależności od ich składu (koncentracji), temperatury, ciśnienia, czasu i innych czynników zewnętrznych, mając na oku nietylko poszczególne zjawiska, co ich całość i ciągłość, przyczem ciągłości tej nadaje formę praw jak najogólniejszych. W szczególności żywo interesuje się zasadami równowagi chemicznej ciał, rozpatrując ich „układy“ w rozmaitych stanach skupienia. Ten charakter syntetyczno-ogólny chemji fizycznej i nauk, z niej pochodzących, sprawia, że posługuje się ona często metodami matematycznymi a zaznaczoną powyżej ciągłość zjawisk oddaje zwykle w formie krzywych i diagramów, skonstruowanych na zasadach geometrii wykresłej.

Nie możemy tutaj wymieniać wszystkich tych zagadnień mineralogicznych, które nadają się do fizyczno-chemicznego traktowania, po pierwsze dlatego, że fizykochemja toruje dopiero wśród nich pewniejsze drogi, a po wtóre dlatego, że wiele konkretnych faktów z dziedziny mineralogji podaliśmy już wyżej w oświetleniu fizyczno-chemicznym (3 i 4). Poprzestaniemy więc

¹⁾ W. Ś w i ę t o s ł a w s k i. Chemja fizyczna, t. I., str. 2. Warszawa, 1923.

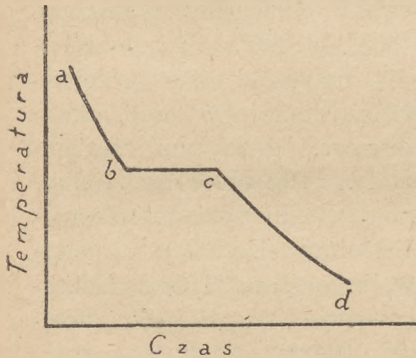
tylko na krótkim przeglądzie tych postępów, które mineralogja poczyniła pod wpływem chemji fizycznej w zakresie termicznych własności minerałów.

Mówiliśmy już wyżej o tem, w jak wysokim stopniu własności morfologiczne minerałów, zwłaszcza wielopostaciowych, zależne są od temperatury. Nowsze badania wykazały pod tym względem wiele ciekawych i nieznanych przedtem faktów. Ustalono przedewszystkiem własności termiczne dwutlenku krzemu (SiO_2) i temperatury przejść jego modyfikacyj. Kwarc α (trapezoedryczno-trygonalny) zamienia się na kwarc β (trapez.-heksagonalny) w t. $575^\circ C$. Ten ogrzewany dalej (bez topników), przechodzi w trydymit w temp. $800^\circ - 1000^\circ$. Pseudoheksagonalny trydymit w temperaturach powyżej 1470° przeistacza się w regularny krystalit, który dopiero w temp. około $1600^\circ - 1680^\circ$ topi się na szkło kwarcowe. Poza tem zbadano cały szereg krzemianów skałotwórczych. Tak np. badacze amerykańscy (Allen, White, Wright) ustalili dokładnie temperaturę przejścia jednoskośnego wollastonitu ($CaSiO_3$) w modyfikację pseudoheksagonalną (pseudowollastonit) na $1190^\circ C$. Heksagonalny nefelin o uproszczonym wzorze $Na_2Al_2Si_2O_8$ przechodzi w trójskośny karnegit w temp. $1248^\circ C$. (Bowen), rombowy markasyt zamienia się w regularny piryt w temp. $450^\circ C$. (Allen) i t. p.

Stan termiczny minerałów skałotwórczych stanowił w ostatnich czasach przedmiot poszukiwań wielu mineralogów, pracujących w kierunku fizyczno-chemicznym. Chodziło przedewszystkiem o poznanie tego stanu w okolicach punktu topliwości. Dzięki metodom pomiarowym, wypracowanym przeważnie przez Instytut Geofizyczny Carnegiego w Waszyngtonie, oznaczanie punktu topliwości krzemianów doprowadzono do znacznej perfekcji, jakkolwiek znaną jest powszechnie rzeczą, że stopy krzemianów odznaczają się niezwykłą gęstością i lepkością, a właściwego, t. j. ostrego punktu topliwości nie posiadają. Pomimo to punkt topliwości diopsydu np. ($CaSiO_3$, $MgSiO_3$) wyznaczono na 1391° (z dokładnością $\pm 2^\circ$), anortytu ($CaAl_2Si_2O_8$) — na $1550^\circ C$. z taką samą dokładnością (Day, Allen i in.). Są to

jednak pomiary wyjątkowe. Zwykła ich dokładność nie przekracza $\pm 5^{\circ}\text{C}$, a nawet $\pm 10^{\circ}\text{C}$.

Te udoskonalenia techniki mierniczej temperatur wyższych umożliwiły zastosowanie eksperymentu do właściwej analizy termicznej minerałów. Składają się na nią, prócz punktu topliwości, przede wszystkim *ciepło utajone*, t. j. ta ilość ciepła, która wydzieliła się podczas topnienia minerału lub która pochłania się podczas jego krystalizacji. Krzywa krzepnięcia (w zależności od czasu i temperatury) nie posiada zatem spodziewanej ciągłości,



- ab* stygnięcie fazy ciekłej
bc czas krystalizacji
cd stygnięcie fazy stałej

Fig. 1.

nie opada statecznie ku osi odciętych, lecz w czasie krystalizacji biegnie z nią równolegle, dopóki nie wydzieli się cała ilość ciepła utajonego, czyli ciepła krystalizacji (ob. fig. 1). Czuły pirometr czas ten zarejestruje przez to, że nie wykaże w ciągu niego żadnego spadku temperatury. Ciepło utajone — w razie zupełnej krystalizacji — daje się oznaczyć kalorymetrycznie. Dotychczasowe badania w dziedzinie krzemianów wykazały, że to ciepło jest znaczne i wynosi np. około 100 kaloryj dla anortytu, a tylko około 50 kal. dla

albitu. Jeżeli minerał, badany termicznie, po skryształowaniu się i wydzieleniu ciepła utajonego przechodzi podczas dalszego stygnięcia w inną fazę, to „krzywa stygnięcia“ wykaże znów przebieg prostolinijny, albowiem temu przejściu fazy, powiedzmy, α w fazę β towarzyszy również wydzielanie się „ciepła przemiany“. Badając krzywą stygnięcia, opartą na współrzędnych prostokątnych temperatury i czasu, możemy tedy odczytać całą historję przemian molekularnych, zachodzących w topionym mineralu, poczynając od jego fazy całkowicie ciekłej aż do fazy stałej (w temp. normalnej). Rzecz naturalna, że krzywa

stygnięcia minerałów i wogóle ciał, niezdolnych do krystalizacji, jak np. niektóre szkła, odznacza się ciągłością i nie posiada tych charakterystycznych załamania, o których była mowa powyżej.

Oddawna znany był fakt, że rozmaite ciała stałe i ciekłe, dodane do wody, obniżają jej punkt krzepnięcia (punkt krzepnięcia rozpuszczalnika) i to w stopniu wprost proporcjonalnym do stężenia ciała dodanego (rozpuszczonego). Wiadomo powszechnie, że np. woda morska zamarza znacznie poniżej zera, że mieszanina soli kuchennej i lodu oziębia się (nie krzepnąc) o kilkanaście stopni poniżej zera, że również ciała organiczne takie, jak cukier, alkohol etylowy i t. d., zmieszane z wodą, wywierają ten sam efekt obniżający temperaturę jej zamarzania. W interpretacji fizyczno-chemicznej wszystkie te zjawiska ujęto pod nazwą „obniżania punktu krzepnięcia przez obce domieszki”. Z badań systematycznych okazało się przytem, że dla każdego rozpuszczalnika to obniżanie jest wielkością stałą (K) i że w przypadku wody $K = 18,6$. Odznacza to, że dodanie do 100 gr. wody jakiegokolwiek bądź ciała w ilości 1 mola (jednej cząsteczki gramowej) obniża punkt jej krzepnięcia o $18,6^{\circ}$ C., t. j., że odpowiedni roztwór ścina się nie w t. 0° , lecz w t. $-18,6^{\circ}$ C. Wartość na K dla każdego rozpuszczalnika jest inna, np. dla kwasu octowego wynosi ona 39° C., dla benzolu 49° C. i t. d.

Van't Hoff opracował teorię tego zjawiska i znalazł na drodze rozważań termodynamicznych wyraz ogólny na stałą K :

$$K = \frac{0,02 \cdot T^2}{R},$$

gdzie T oznacza absolutną temperaturę krzepnięcia, R zaś jest ciepłem utajonem rozpuszczalnika. Na podstawie tej zależności znaczenie na K można obrachować, znając T i R . W przypadku wody, której absolutna temperatura zamarzania $T = 273^{\circ}$ ciepło zaś utajone $R = 80$ kal.,

$$K = \frac{0,02 \cdot 273^2}{80} = 18,6.$$

Stałą K można jeszcze wyrazić w postaci ułamka $\frac{M \Delta}{p}$, w którym M oznacza wagę molekularną ciała rozpuszczonego, p —

koncentrację w 100 gr. rozpuszczalnika, Δ zaś — odpowiadające jej obniżenie się punktu krzepnięcia. Formułę Van't Hoffa możemy więc przedstawić jeszcze w postaci takiej:

$$\frac{M \Delta}{p} = \frac{0,02 \cdot T^2}{R} \text{ lub } M = \frac{0,02 \cdot T^2 \cdot p}{R \cdot \Delta}$$

Jak widzimy, zależność powyższa pozwala na *oznaczenie wagi cząsteczkowej* ciała rozpuszczonego, skoro znamy punkt topliwości i ciepło utajone rozpuszczalnika, tudzież koncentrację i odpowiadające jej obniżenie się punktu topliwości ciała rozpuszczonego.

Gdyby to „prawo Van't Hoffa“ dało się zastosować w całej swej rozciągłości do mineralogji i petrografji, wywarłoby ono niewątpliwie na dalszy rozwój obu tych nauk wpływ decydujący. Trzeba bowiem pamiętać, że o wielkości cząsteczek mineralnych, o ich wadze do dziś dnia nie mamy pewnych danych, co w wysokim stopniu hamuje postępy mineralogji chemicznej a zwłaszcza chemji krzemianów. Niestety, wielkie trudności eksperymentalne tak w oznaczaniu punktu topliwości krzemianów, jak ich ciepła utajonego oraz dysocjacji elektrolitycznej stopów, sprawiają, że teoretyczne możliwości, wypływające z tego prawa, realizują się w praktyce tylko w stopniu bardzo nieznacznym. W każdym razie działa ono nadzwyczaj dodatnio i podniecająco na dalsze usiłowania w tej ważnej i pełnej przyszłości dziedzinie.

Mówiąc powyżej o krzywej krzepnięcia (ostygania), mieliśmy na uwadze jedno tylko ciało, jeden tylko stopiony minerał. W języku fizyczno-chemicznym taki „układ“ nazywamy jedno-składnikowym o dwu fazach: ciekłej (przed zakrzepnięciem) i stałej (po zakrzepnięciu). W czasie wydzielania się ciepła utajonego istnieją obok siebie obie fazy: ciekła i stała. Krzywa ostygania mieszaniny, złożonej z dwu składników, zależy przedewszystkiem od ilościowego ich stosunku. Dla każdej pary ciał możemy znaleźć taką mieszaninę, której obydwa składniki krystalizują się jednocześnie a topią się razem w temperaturze niższej od punktów topliwości obu składników. Taką mieszaninę dwu ciał nazywamy *mieszaniną eutektyczną*, czyli łatwo-topliwą. Zjawisko eutektyzmu znane jest powszechnie z praktyki metalurgicznej. Dwa metale,

np. bizmut i ołów, z których pierwszy sam przez się topi się w t. 268°C ., drugi zaś — w temp. 325°C ., dają mieszaninę eutektyczną, która przechodzi w stan ciekły już w temp. 127°C .. Analiza termiczna mieszaniny eutektycznej dowodzi, że krzywa jej ostygnięcia niczem nie różni się od krzywej krzepnięcia układu jednoskładnikowego. Natomiast mieszanina dwu składników, wziętych w stosunku odmiennym od eutektycznego, zachowuje się pod względem termicznym odmiennie, a odpowiednia krzywa wykazuje pewne swoiste odrębności. Weźmy np. mieszaninę, składającą się z 80% ciała *A* i 20% ciała *B*. Po stopieniu roztwór obu ciał zacznie stygnąć i zestalać się. Krystalizacji podlegać jednak będą nie obydwaj składniki jednocześnie, lecz naprzód tworzyć się zaczęły kryształki ciała *A*, będącego w nadmiarze. To wydzielanie się kryształów *A* trwać będzie dopóty, dopóki pozostająca w roztworze jego reszta nie utworzy ze składnikiem *B* mieszaniny eutektycznej. A wówczas obydwaj składniki *A+B* zaczęły zestalać się jednocześnie. Krzywa ostygnięcia wykaże tu zatem dwa załamania: jedno słabsze, odpowiadające krystalizacji składnika *A* (i wydzielaniu się ciepła utajonego), drugie wyraźniejsze o przebiegu poziomym, rejestrujące jednoczesną krystalizację obu składników (i wydzielane przez nie ciepło krystalizacji).

Odrębny i swoisty wygląd przybiera *krzywa krzepnięcia dwu ciał* w zależności od składu %-ego ich mieszanin. Jeżeli punkty topliwości obu składników oraz ich mieszanin (np. co 10%: 90% *A* + 10% *B*, 80% *A* + 20% *B* i t. d.) oznaczymy doświadczalnie i jeżeli otrzymane tym sposobem dane przedstawimy graficznie sposobem Meyerhoffera, oznaczając temperatury na dwu równoległych i pionowych osiach rzędnych, procentowy zaś skład mieszanin na prostopadłej do nich (poziomej) osi odciętych, to krzywa krzepnięcia przybierze kształt lejkowato-wklęsły, przytem najniższy punkt wklęsłości odpowiada składowi mieszaniny eutektycznej, który odczytujemy, rzucając pion z tego punktu na oś odciętych, tudzież — najniższej temperaturze topliwości, którą odczytujemy, rzucając pion z tego punktu na oś rzędnych (ob. fig. 2 na str. 48). Jak widzimy, dwa ciała (np. dwa krzemiany) stopione w temperaturach wysokich, wpływają na siebie

padku albitu $K = 777$, a w przypadku anortytu $K = 638$. Vogt podaje: $K = 445$ (diopsyd), $K = 421$ (oliwin) i t. p. (O znaczeniu eutektyku dla zagadnień petrogenetycznych pomówimy niżej we „Wstępie do petrografji“).

Własności termiczne dwu składników, mogących tworzyć *kryształy mieszane*, odbiegają dość znacznie od schematu Meyerhoffera. Jak wiemy, zdolnością krystalizacji wspólnej we wszystkich stosunkach procentowych odznaczają się ciała izomorficzne i izodymorficzne. Sposób ich krzepnięcia zbadał fizykochemik holenderski, H. W. Bakhuis Roozeboom. Krzywe krzepnięcia kryształów mieszanych mają przebieg odmienny zależnie od tego, czy dana para tworzy szereg izomorficzny ciągły, czy — przerwany. W pierwszym przypadku Roozeboom odróżnia 3 typy:

1. punkty krzepnięcia kryształów mieszanych leżą pomiędzy punktami krzepnięcia obu składników;
2. krzywa krzepnięcia wykazuje pewną kulminację (*maximum*), która leży powyżej punktów krzepnięcia obu składników;
3. krzywa krzepnięcia jest wklęsła, tworzy pewną depresję (*minimum*), leżącą poniżej punktów krzepnięcia obu składników.

W przypadku dwu ciał izodymorficznych, tworzących szeregi przerywane, Roozeboom podaje jeszcze dwa dalsze typy krzepnięcia, odznaczające się nieciągłością krzywych:

4. krzywa krzepnięcia tworzy załamanie w punkcie przejściowym, położonym między punktami krzepnięcia obu składników;
5. krzywa krzepnięcia składa się z dwóch części, które przecinają się w nisko położonym punkcie eutektycznym.

Oczywista, że ten eutektyk w typie piątym składa się również z kryształów mieszanych jednorodnych o najniższej topliwości, czem różni się istotnie od eutektyku dwu składników, nie mogących tworzyć kryształów mieszanych i krzepnących jednocześnie lecz w formach odrębnych.

Obok wspólnej krystalizacji ciała izomorficzne mają jeszcze tę ważną cechę swoistą, że skład chemiczny kryształów mieszanych, wydzielających się w pewnej chwili krzepnięcia, nie odpowiada ściśle składowi roztworu, lecz jest bogatszy w jeden ze

składników. Temperatura krzepnięcia kryształów mieszanych także nie odpowiada ściśle jednemu punktowi, lecz pewnemu interwałowi, przytem skład kryształu narastającego i jego otoczenia ulega stopniowej zmianie.

Wszystkie typy *Roozebooma* mają tę wspólną własność, że roztwór, w porównaniu z wydzielającym się kryształem mieszanym, zawiera więcej tego składnika, którego dodatek obniża punkt krzepnięcia.

Badania teoretyczne kryształów mieszanych znalazły ważne zastosowanie w dziedzinie mineralogji i petrografji. Według *Allena* i *Daya*, plągjoklazy tworzą ciągły szereg izomorficzny, należą więc do 1-go typu *Roozebooma*. Ponieważ anortyt ma punkt topliwości wyższy, niż albit, przeto z każdej mieszaniny wydzielać się muszą kryształy bogatsze w anortyt w porównaniu ze składem stopu. Podczas interwału krystalizacji wydzielać się będą kryształy o coraz większej zawartości albitu. Jeżeli krystalizacja odbywa się z przerwami, to powstają warstwy, czyli zony epizomorficzne, tak znamienne dla plągjoklazów, piroksenów i wielu innych minerałów skałotwórczych.

Z tego krótkiego przeglądu widać, że wprowadzenie do mineralogji metod i pojęć fizyczno-chemicznych znacznie rozszerza widnokręgi teoretyczne tej dyscypliny, a w niektórych zagadnieniach posiada także niewątpliwe znaczenie praktyczne. Zwłaszcza własności termiczne krzemianów zostały głębiej i wszechstronniej poznane, a doświadczenia syntetyczne, usiłujące wyjaśnić ich genezę, zyskały wiele na dokładności i przejrzystości.

Pod wpływem chemji fizycznej rozwinęła się w ostatniem ćwierćwieczu osobna jej gałąź, zwana chemją koloidalną, która znów ze swej strony dała początek *mineralogji koloidalnej*, zajmującej się specjalnie koloidami, czyli bezpostaciowemi składnikami litosfery, badającej ich stan skupienia, ich genezę, przeobrażanie się i rozpowszechnienie. Definicja „stanu koloidalnego“ jest dość chwiejna. Roztwory koloidalne znane już były *Grahamowi* (1861). Zapomocą dializy oddzielał on „koloidy“ od „krystaloidów“, używając w tym celu tkanek zwierzęcych,

które zatrzymują pierwsze, przepuszczają drugie. Dziś wiemy, że ta dializa zależy od wielkości cząsteczek koloidalnych, których wymiary są tak znaczne, że nie mogą one przechodzić przez przegrodę tkankową. Według pojęć współczesnych, różnica między roztworami koloidalnymi (niezdolnymi do krystalizacji) a „prawdziwymi“ (zdysocjowanymi elektrolitycznie) polega przede wszystkim na wielkości cząsteczek stałych „rozproszonych“ w cieczy (rozpuszczalniku). Z punktu widzenia chemii fizycznej wszelakie roztwory są „układami dyspersyjnymi“ („dyspersoidami“), które różnią się tylko wymiarami drobin stałych i stopniem ich rozproszenia. Zwykle, widoczne dla oka nieuzbrojonego „zawiesiny“ przechodzą zatem stopniowo przez „koloidy“ w roztwory „prawdziwe“ o cząsteczkach i jonach niewidzialnych (w znaczeniu atomistycznym).

Według Wo. Ostwald'a dyspersoidy dzielą się zależnie od wielkości cząsteczek na trzy kategorie: zawiesiny, koloidy właściwe i roztwory prawdziwe. Wielkość cząsteczek w zawiesinach przekracza 0.1μ , w koloidach — waha się między 0.1μ a $1\mu\mu$, w roztworach prawdziwych — jest mniejsza od $1\mu\mu$. (Przez μ rozumiemy jedną tysięczną, a przez $\mu\mu$ — jedną milionową część milimetra). Do kategorii zawiesin zaliczają się także „emulsje“, będące zawiesinami kropelek ciekłych w cieczy. Bardzo ważną rolę w odróżnianiu roztworów koloidalnych od prawdziwych odegrał t. zw. „ultramikroskop“. Oświetlając roztwór koloidalny z boku (poprzecznie do osi instrumentu), można zapomocą ultramikroskopu spostrzegać (niewidzialne dla oka gołego) cząsteczki koloidów, ukazujące się w postaci świecących punkcików w ciemnym polu widzenia. To boczne oświetlenie roztworu koloidalnego powoduje jakby pozorne jego zmętnienie (t. zw. zjawisko Tyndalla), własność, której roztwory prawdziwe nie posiadają, a badane pod ultramikroskopem, nie ujawniają też owych cząsteczek świecących, czyli są „optycznie puste“, jak mówią koloidolodzy. Mineraloga interesują przede wszystkim właściwe koloidy, które występują albo w formie ciekłej, albo mniej lub więcej stałej. Koloidy ciekłe przyjęto nazywać *solami* (od *sol*, *solutio*), stałe zaś — *gelami* (od *gel*, *gelée*, żelatyna). Sol w przypadku rozpuszczalnika — wody, nazywa się

hydrosolem, wodny zaś gel — *hydrogelem*. Hydrosole i hydrogele są więc temi obiektami badań, które mogą interesować mineraloga i petrografa. Mineralami w zwykłym słowa tego znaczeniu bywają jednak tylko gele lub hydrogele, które genetycznie pochodzą z hydrosolów przez ich strącanie się, czyli *koagulację*. Wydzielanie się hydrogelów z roztworu odbywa się najłatwiej za dodaniem doń elektrolitów, np. soli alkalicznych lub kwasów. Powszechnie znaną jest rzeczą, że przez dodanie kwasu solnego do t. zw. szkła wodnego (krzemianu sodu) strąca się zeń obfity osad galaretowaty hydrogelu krzemionki. Przy wielu operacjach analitycznych używa się metody t. zw. wysolania, t. j. obfitego dodawania soli alkalicznych celem dokładniejszego strącenia roztworów koloidalnych. Jest rzecz bardzo ciekawa i ważna — z punktu widzenia geologicznego, — że koloidy w niektórych przypadkach mogą się strącać wzajemnie. Chodzi mianowicie o to, że cząsteczki koloidalne same przez się posiadają pewien ładunek elektryczny, bądź dodatni, bądź ujemny. Przykładem hydrogelów dodatnich jest np. wodzian żelazowy, ujemnych — siarka koloidalna lub trójsiarczek arsenu. Dwa koloidy, których cząsteczki naładowane są odmiennie, nawzajem się strącają. Gdy więc tak rozpowszechnione na powierzchni ziemi hydrosole, jak wodzian żelazowy (+) i wodna krzemionka (—), spotkają się ze sobą, musi nastąpić częściowe ich zestalenie się, czyli sedymentacja. Samo rozumie się przez się, że wyparowanie rozpuszczalnika także prowadzi do wydzielenia się hydrogelu.

Stan skupienia, w jakim hydrogel wydziela się z roztworu, bywa rozmaity. Najbardziej typową jego formą jest galareta, tak charakterystyczna np. dla krzemionki, kiedyindziej ma on wygląd szlamisty lub kłajstrowaty, jak w przypadku glinki (wodzianu glinowego), bywa też kłaczkowaty, proszkowaty i t. p. W naturze minerały pochodzenia koloidalnego, po ostatecznym zestaleniu się, przybierają najczęściej rozmaite formy groniaste, nerkowate, bulaste i inne, mniej lub więcej przypadkowe. Naczelną cechą minerałów koloidalnych pod względem morfologicznym jest zatem ich bezpostaciowość, czyli brak ustroju krystalicznego, co je na pierwszy rzut oka odróżnia od minerałów, zdolnych przybierać prawidłowe postaci geometryczne. Przykłady:

skupienia groniaste opalu, sople naciekowe limonitu i psyłomelanu, skrzepy martwicy gejzerowej, masy pelitowe kaolinu i t. p.

Pod względem chemicznym wszystkie minerały koloidalne odznaczają się niestałością składu. Nie są to zatem związki stechjometrycznie określone, lecz chwiejne i zmieniające się, można powiedzieć, od złoža do złoža. W opalu zmienną jest np. zawartość wody, w limonitycznych rudach żelaza — wody, krzemionki i fosforu, w glinach — krzemionki i pierwiastków alkalicznych, i t. d.

Ta chwiejność składu chemicznego minerałów koloidalnych pozostaje w ścisłym związku z inną jeszcze zasadniczą cechą wszystkich hydrogelów, a mianowicie z ich *zdolnością adsorbcyjną*. Jest to zjawisko natury kapilarnej a jednocześnie selekcyjnej: dany hydrogel pochłania i zatrzymuje w sobie pewne tylko domieszki. Z doświadczeń gležobnawczych wiadomo np., że gleba adsorbuje w większej mierze sole potasowe i amonowe, niż wapienne i sodowe, które zatem łatwiej mogą być z niej wypłokane. Ruda manganowa twarda (psyłomelan) ma stałą i swoistą domieszkę Li_2O , K_2O , BaO , natomiast ruda manganowa miękka (MnO_2) częściej adsorbuje tlenki miedzi i kobaltu; limonitowi statecznie towarzyszy domieszka kwasu fosforowego i t. p. Ta selekcja adsorbcji daje się także stwierdzić i w stosunku do barwników organicznych.

Minerały koloidalne, będąc związkami chwiejnemi, łatwo ulegają przeobrażeniom. Z biegiem czasu tracą one np. część lub całkowitą zawartość swej wody, „starzeją się“, jakby powiedział chemik koloidalny. Pomiędzy normalnym wodzianem żelazowym a bezwodnym tlenkiem żelazowym istnieje szereg przejść, które znane są jako minerały: limonit, ksantocyderyt, hydrohematyt i hematyt. Podobnież opal przez stadjum hydrofanu przechodzi w chalcedon i kwarc. Hydrogel wodzianu glinowego z biegiem czasu zamienia się na hydrargilit lub diaspor, i t. d. Wszędzie zatem istnieje ta sama tendencja: niestała faza koloidalna przeobraża się stopniowo w stałą fazę krystaliczną.

Znaczenie geologiczne koloidów jest bardzo doniosłe, lecz ogranicza się tylko do powierzchniowych części litosfery. Na podstawie wielu doświadczeń i obserwacyj możemy dziś stwierdzić,

że koloidy są związkami, wydzielającymi się przeważnie w pierwszej chwili procesu rozkładowego minerałów „pierwotnych“, i dają początek licznym minerałom „wtórnym“, z których niektóre, jak kaolin, tlenki żelaza i krzemionka, odgrywają wręcz pierwszorzędną rolę w wielkim procesie sedymentacji skał osadowych. Zdolność tworzenia zawiesin i roztworów koloidalnych ułatwia wodom, spływającym po powierzchni ziemi, transportowanie materiałów wietrzenia powierzchniowego do oceanów, w których one, zetknąwszy się z solami wody morskiej, ulegają koagulacji.

6. WYSTĘPOWANIE W LITOSFERZE (TOPIKA MINERAŁÓW).

Ponieważ mineralogja w ostatecznym swym celu dąży do wyznaczenia roli, jaką poszczególne części składowe litosfery odegrały w jej dziejach, przeto musi ona także w wysokim stopniu interesować się ich początkiem i powstawaniem, czyli genezą. Zagadnienia genetyczne nie mogą być jednak rozstrzygane bez pomocy pewnych wiadomości natury geologicznej, dotyczących się sposobu występowania danego minerału w skorupie ziemi. Ażeby odpowiedzieć na pytanie: jak dany minerał powstał? — trzeba wpierym zdać sobie sprawę z tego, gdzie, jak, w jakich formach, w jakim towarzystwie, w jakim przestrzennym ustosunkowaniu znajduje się badana część składowa litosfery. Wszystkie te wiadomości składają się na pojęcie o *występowaniu* minerałów w litosferze. Oznaczenie genezy minerału zaczyna się przeto od oznaczenia sposobu jego występowania w ziemi. W zagadnieniach genetycznych zasada ta musi być zawsze przestrzegana pod groźbą zбочnienia na manowce. Historia mineralogji zanotowała wiele ożywionych sporów o genezę tego lub innego minerału, o pochodzenie tego lub innego ich zespołu. Spory te powstawały tylko dlatego, że przed rozpoczęciem dyskusji nie zbadano wpierym dokładnie sposobu występowania.

Osobniki i ich zespoły. Minerały we właściwych sobie formach krystalicznych i w stanie odosobnionym („luźne kryształki“) występują stosunkowo rzadko. Możliwe to jest tylko wtedy, kiedy środowisko, w którym one powstawały, było dostatecznie ciekłe lub plastyczne, lecz i dostatecznie gęste, by krystalizacja

mogła się była odbywać w stanie *zawieszenia*. W takich środowiskach ciekłych, półciekłych i wogóle rozluźnionych mogą powstawać całkowite, t. j. prawidłowo i wszechstronnie rozwinięte kryształy, o ile początkowe centry ich krystalizacji były dość odległe od siebie. Środowiskiem może być plastyczna lub sypka skała, lawa w stanie roztopionym i t. p. Usuwając mechanicznie otoczenie, możemy wydobywać pojedyncze osobniki minerałów w formie kryształów: np. kryształy gipsu lub pirytu z gliny i piasku, kryształy kwarcu i ortoklazu — z rozluźnionego przez wietrzenie porfiru lub granitu, kryształy leucytu — z porowatej i sypkiej lawy Wezuwjusza, kryształy magnetytu — z miękkiego łupku chlorytowego, kryształy aktynolitu — z takiegoż łupku talkowego, i t. p.

Są to jednak, powtarzamy, przypadki dość rzadkie. Zwykle minerały występują w zespołach, złożonych z wielu osobników jednego i tego samego związku lub z osobników kilku związków jednocześnie. Takie zespoły uważamy za produkt jednoczesnej krystalizacji wielkiej liczby osobników, które, stykając się ze sobą, nie wytwarzają właściwych im kryształów prawidłowych, lecz — formy przypadkowe, pospolicie ziarna, pręciki, włókna, blaszki i t. p. Tym sposobem powstają skupienia minerałów ziarniste, blaszkowate, pręcikowate, włókniste i t. p. W tych przypadkach, kiedy krystalizacja odbywa się w próżniach litosfery i kiedy te próżnie nie są całkowicie przez produkt krystalizacji wypełnione, mogą powstawać zespoły minerałów, zrosnięte z podłożem, lecz swobodnie rozwinięte ku środkowi pozostałej przestrzeni pustej. Powstają wtedy t. zw. kryształy narosłe, skupiające się w grupy, szczołki i t. p.

Zespół minerałów jest pojęciem nieokreślonym i zlewającym się z pojęciem „skały“. Ten wyraz nie oznacza nam bowiem nic innego, jak właśnie agregat minerałów. Wyraźnej granicy między obu pojęciami przeprowadzić niepodobna. Zwykle przez skałę rozumiemy zespół minerałów ważny geologicznie, t. j. zajmujący dużą przestrzeń i mający dużą masę, mówimy zaś o „pokładzie mineralnym“ wtedy, kiedy jego masa i wymiary są nieznaczne. Ale trudno oznaczyć dokładniej, co należy uważać za pokład duży a co — za mały? W przypadku minerałów użytecz-

nych, a zwłaszcza kruszcowych, na oznaczenie ich większych skupień używa się pospolicie wyrazu „złoże“ lub „pokład“. Mniej stosowny wydaje się nam tu wyraz „skała“. Ale, pomimo to, mówimy nieraz o „skale magnetytowej“, gdy ta wytwarza np. całe góry.

Żyły, pokłady. Do odróżnienia pojęcia skały i skupienia mineralnego przyczynia się niewątpliwie poznanie form geologicznych, w których one występują. Klasyczną formą skupień mineralnych są żyły, t. j. szczeliny skalne, wypełnione późniejszymi krystalizacjami. Żyły mają zwykle bieg (w rzucie) prostoliniowy, ale niezgodny z uławiczeniem, czyli uwarstwieniem skał osadowych i metamorficznych, przez co wyraźnie się od nich odcinają. Odróżniamy *żyły kruszcowe*, których treścią są przeważnie lub częściowo minerały, zawierające w składzie swoim metale ciężkie, oraz *żyły mineralne*, będące skupieniami minerałów o pokroju kamienistym lub szklistym. Żyły kruszcowe i mineralne bywają po największej części krystalizacjami roztworów wodnych, czego dowodzi nie tylko ich struktura i charakter chemiczny składających je minerałów, ale także częstokroć niecałkowite wypełnienie szczelin żyłowych. Takie zięjące żyły zawierają niekiedy piękne kryształy narosłe. Żyły pochodzenia ogniowego, będące injekcjami magmy, choćby najcieńsze, zaliczają się do skał, chyba że składają się z przeważającego minerału kruszcowego, np. magnetytu, co jednak zdarza się rzadko.

Na treść żył mineralnych składa się zwykle kilka lub kilkanaście minerałów, które są związane ze sobą wspólnością występowania, czyli *paragenezą*. W pojęciu paragenezy mieści się także podobieństwo chemiczne minerałów żyłowych, wspólność pewnych pierwiastków, pokroju kryształów i t. p. Badając żyły w przekroju poprzecznym, zauważamy ich budowę pasową, przyczem każdy pas odpowiada osobnemu stadjum krystalizacji a niekiedy i osobnemu mineralowi. Rzecz naturalna, że pas, leżący bezpośrednio na pierwotnej ścianie szczeliny, jest najstarszy, a pasy, po nim następujące, są coraz młodsze. Badając w ten sposób treść żyły, możemy ustalić porządek krystalizacji i kolejne następstwo roztworów, które daną szczeliną krążyły i wydzielały naskorupienia. To następstwo nazywa się zwykle *suk-*

cesją. W przypadku żył symetrycznych sukcesja liczy się od „łupiny“ żyły ku środkowi, w przypadku zaś żył niesymetrycznych — od spągu ku stropowi. Przy łupinie i w spągu leżą krystalizacje najstarsze. Niekiedy w jednej żyłce powtarza się kilka generacyj tego samego minerału. Często bardzo i typową paragenezę stanowią siarczki metaliczne w towarzystwie kwarcu lub kalcytu. Rzecz godna uwagi, że niektóre metale i ich związki trzymają się zawsze (lub prawie zawsze) razem („mają wspólną paragenezę“): np. arsen i antymon lub związki (siarczki) niklu i kobaltu, lub związki cynku i ołowiu, lub niekiedy także siarczki srebra i miedzi, i t. d. W niejednej żyłce kruszcowej możemy napotkać wszystkie niemal połączenia chemiczne jakiegoś metalu, zdolne do egzystencji w danych warunkach. Np. żyły „srebrodajne“ frajberskie zawierają: srebro rodzime, argentyt (Ag_2S) pirargiryt (Ag_3SbS_3), prustyt (Ag_3AsS_3), frajbergit ($3 Ag_3SbS_3 \cdot CuFe_2SbS_4$), polibazyt (Ag_9SbS_6) i inne. Rzadszy jest ten przypadek, kiedy żyła kruszczowa składa się z jednego tylko minerału metalicznego, np. pirytu (FeS_2), będąc, oczywiście, wynikiem jednolitego aktu krystalizacji. Parageneza i sukcesja w takich przypadkach osiąga możliwe granice uproszczenia.

Żył mineralne w swym przestrzennym położeniu względem otaczających je skał, w swym przebiegu i niezgodności z utwórceniami obocznym kryją niewątpliwe dowody wtórnego, późniejszego pochodzenia. Stąd złoża żyłowe przyjęto zwykle nazywać *epigenetycznymi*. Wyrazu „pokład mineralny“ lub „pokład kruszczowy“ używamy w tych przypadkach, kiedy warunki geologiczne występowania przemawiają za współczesnością pokładu i jego otoczenia. Pokład taki tworzy tylko zgodne wtrącenia wśród skał płonnych i dlatego nazywa się *syngenetycznym*. Forma pokładu bywa przytem najczęściej płasko-soczewkowa, stopniowo wyklinowująca się nazewnątrz. Budowa pokładów, pospolicie ziarnista, nie bywa tak prawidłowa, jak np. pasowa struktura niektórych żył, a sukcesja skutkiem tego traci tu na wyrazistości.

Prócz żył i pokładów, skupienia minerałów przybierają jeszcze inne, mniej prawidłowe formy występowania. Pospolitemi są mianowicie formy, których trzy wymiary nie różnią się tak

dalece, jak w żyłach i pokładach, lecz są rozwinięte bardziej równomiernie. Tego rodzaju wielkie skupienia nieregularne, osadzone (niezgodnie) wśród skał innego (wcześniejszego) pochodzenia, oznaczamy mianem *składów* lub *pni* (niem. „Stock“), gdy podobne skupienia o wymiarach drobniejszych zwą się pospolicie *gniazdami*, jeszcze mniejsze — *kieszzeniami* i t. p.

W skałach sypkich lub rozluźnionych zdarzają się dość często skupienia minerałów mniej więcej *kuliste*, zwane *konkrecjami* (np. t. zw. kukiełki loesowe), których wzrost odbywał się od środka nazewnątrz i które odróżniać należy od skupień kulistych, będących wypełnieniem pęcherzy w skałach wulkanicznych (np. „migdały“ w bazaltach lub melafirach) i posiadających wewnątrz niewypełnioną próżnię, ku której zwrócone są zakończenia kryształów promienisto ustawionych (*geody*, *sekrecje*).

Skały, wrażliwe na działania wody, jak wapień i gips, zawierają zwykle dużo miejsc wyżartych i wypłokanych w postaci groć, jaskiń i dziur pomniejszych, w których odbywać się mogą krystalizacje wtórne, prowadzące do osobliwych skupień mineralnych. Mogą się tu mianowicie wytwarzać *formy naciekowe* (sople, nacieki, powłoki, inkrustacje, kaskady kamienne i t. p.). Warunkiem powstawania tych form, prócz danej próżni, jest powolne spływanie lub kapanie krystalizującego się roztworu (np. węglańu wapniowego, gipsu lub samej tylko wody w jaskiniach lodowych). Podobne formy, nawary i naskorupienia tworzą się w źródłach gorących i gejzerach. Odrębne kształty skupień powstają wtedy, kiedy roztwory sączą się szczelinami włoskowatymi, a produkt krystalizacji przenika skałę w ich pobliżu — są to t. zw. *impregnacje*, czyli *wsiałki*.

Bardzo interesujące i osobliwe skupienia minerałów powstają *w pasie kontaktowym* pomiędzy skałami osadowymi, jak np. wapień lub łupki ilaste, a skałami wybuchowemi, jak np. granit lub bazalt. W pasie kontaktowym gromadzą się minerały swoiste, których niemasz w skałach obocznych. Pas kontaktowy możnaby nazwać żyłą mineralną, której treść zlewa się stopniowo ze swem otoczeniem dalszem.

W kraterach, solfatarach i innych drogach ekshalacyj wulkanicznych tworzą się swoiste formy zespołów mineralnych, które

nazywamy *nalotami*, naskorupieniami, inkrustacjami i t. p. Na lawach Wezuwjusza pospolite są np. naloty hematytu, czyli błyszczu żelaza, dalej naloty siarki, realgaru i t. p. Tak zwane bomby wezuwjujszowe są jednak utworami natury kontaktowej.

Wszystkie te właściwości morfologiczne skupień mineralnych posiadają ważne znaczenie dowodów rzeczowych w dyskusjach, zdążających do wyjaśnienia genezy minerałów, o czym będzie mowa poniżej.

Rozpowszechnienie minerałów. Przypatrując się uważniej składowi litosfery, dostrzegamy, że rola, jaką rozmaite minerały odgrywają w jej budowie, jest bardzo rozmaita i nierównomierna. Jedne można spotkać wszędzie i zawsze, drugie są nadzwyczajnymi rzadkościami. Jedne wybudowują całe pasma górskie, ciągnące się dziesiątkami lub nawet setkami kilometrów, drugie znaleziono tylko w jednym lub kilku punktach ziemi w ilościach bardzo ograniczonych. Jedne występują w najrozmaitszych formach i skupieniach, biorą udział w składzie najrozmaitszych skał, znajdują się w najrozmaitszych poziomach litosfery, są wynikiem wielorakich i wielokrotnych przemian chemicznych, są, jednym słowem, kosmopolitami skorupy ziemskiej, inne natomiast odznaczają się nadzwyczajną wyłącznością i swoistością warunków, w których mogą powstawać. Rzecz ważna i ciekawa, że tych tak bardzo rozpowszechnionych i wszędzie obecnych minerałów jest niewiele. Liczba ich nie przekracza paru tuzinów. Kwarc, kilka gatunków skalenia, kalcyt, kaolin, mika, amfibol, piroksen — oto szczupła lista ich nazw zbiorowych. Z tych kilku czy kilkunastu ciał zbudowane są najbardziej rozpowszechnione skały ziemi: piaski, piaskowce, wapień, gliny, granity, łupki krystaliczne, bazalty. Rzecz naturalna, lista powyższa obejmuje tylko najważniejsze *minerały skałotwórcze*. Studja mikroskopowe skał dowodzą, że liczbę ich można wielokrotnie powiększyć, ale faktem jest, że *istotne* części składowe skał są naogół bardzo nieliczne. Nie popełnimy przesady, jeżeli powiemy, że ze znajomością 100 minerałów skałotwórczych można „świat przejechać“ i nie czuć się obco w otoczeniu skalnym.

Ale w tym nielicznym świecie minerałów skałotwórczych

zachodzą jeszcze bardzo istotne różnice co do rozpowszechnienia i znaczenia geologicznego. Nie potrzeba tego dowodzić, że im minerał jest bardziej rozpowszechniony, tem większe posiada znaczenie geologiczne. Kwarc jest najważniejszym minerałem ziemi, bo występuje obficie we wszystkich kategorjach skał, zarówno wulkanicznych, jak osadowych i metamorficznych. Po nim idą rozmaite krzemiany, które napoły z kwarcem tworzą szkielec wewnętrzny litosfery. Ku powierzchni globu równorzędne z kwarcem znaczenie zdobywają węglany (kalcyt) i wodne, wtórne krzemiany (kaolin i t. p.). Tym zasadniczym elementom litosfery, które występują w olbrzymich ilościach i na olbrzymich przestrzeniach, stale towarzyszy pewna liczba minerałów skałotwórczych znaczenia podrzędniejszego. Nie są one zwykle widzialne dla oka nieuzbrojonego, a i za pomocą mikroskopu trzeba ich dopiero szukać, ale rzadkie są skały, któreby tych *podrzędnych składników* były pozbawione. Do takich minerałów należą: rozmaite tlenki żelaza (magnetyt, hematyt, limonit), tlenki tytanu (rutyl i in.), cyrkon (dwutlenek cyrkonu i krzemu), apatyt (przeważnie fosforan wapniowy) i niektóre inne. Te w masach skalnych ukryte ciała i rozsiane w drobnych tylko ilościach, a więc geologicznie mało ważne, mogą przecież z pewnego punktu widzenia (np. ekonomji przyrody) posiadać znaczenie olbrzymie. Taki np. apatyt, zawierający drogocenny pierwiastek fosforu, jest jednym z regulatorów życia organicznego na ziemi. Tlenki znów żelaza odgrywają ważną i swoistą rolę, jako barwniki geologiczne. Rozpowszechnione w drobnych ilościach, ale szeroko, nadają one kolor wielu skałom, a przez to pewien ton barwny krajobrazowi skalnemu. One to bowiem barwią granity na czerwono (hematyt), bazalty i inne lawy — na czarno (magnetyt), wapienie, piaskowce i gliny na żółto lub pstrokato (limonit). Bez przesady można powiedzieć, że przyroda wymalowała ziemię żelazem, bo i inne jeszcze barwy pospolite pokładów ziemi, jak zielona, popielata, niebieska, pochodzą również od drobno rozsianych związków żelaza (chloryt, wiwjanit i in.).

Wśród olbrzymich, nieskończenie ciągnących się mas skalnych litosfery osadzone są tu i owdzie owe złoża mineralne, o których była mowa powyżej. Pod względem geologicznym, jako

składniki litosfery, posiadają one minimalne znaczenie. Ale jako skupienia ciał użytecznych, budzą w nas niezwykle zainteresowanie. Zwłaszcza złoża kruszcowe odegrały w historii cywilizacji rolę olbrzymią. Stąd *minerały kruszczowe* przeciwstawiamy zwykle minerałom skałotwórczym, chociaż, geologicznie rzeczy biorąc, nie są to grupy współmierne. Znaczenie ekonomiczne minerałów kruszczowych zwraca na nie baczną uwagę społeczeństw ludzkich i pobudza do szczegółowych badań i poszukiwań górniczych. Stąd też płynie znacznie posunięta znajomość i popularność tych ciał użytecznych.

Do minerałów kruszczowych zaliczamy wszystkie metale ciężkie i ich związki, a więc: platynę, złoto, srebro, rtęć, miedź, kobalt, nikiel, żelazo, mangan, ołów, cynk, cynę, chrom, wolfram, molibden, wanad... Zaliczamy tu także metale kruche, jak arsen, antymon, bizmut. Związkami tych metali, napotykanymi najczęściej w złożach kruszczowych, są siarczki, arsenki, antymonki, siarkosole, rzadziej — tlenki, węglany i wyjątkowo — krzemiany. W stanie rodzimym występują tylko metale szlachetne (platyna, złoto, srebro, rtęć, miedź), a także niekiedy — żelazo i metale kruche. Widzimy tu zatem zgoła odmienny świat mineralny i swoistą paragenezę. W skałach, budujących litosferę, dominują krzemiany i kwarc oraz częściowo węglany, w złożach kruszczowych — metale i ich związki z siarką. Tam siarczki zdarzają się tylko wyjątkowo, tu krzemiany także stanowią wyjątek.

Rozpowszechnienie minerałów kruszczowych w żyłach i pokładach nie jest równomierne. Z jednej strony mamy tu do czynienia z takimi ciałami, jak piryt, który jest najbardziej popularnym i rozpowszechnionym minerałem kruszczowym i którego nie braknie w żadnym prawie złożu, z drugiej — z takimi, jak kasyteryt (kamień cynowy), którego tylko w swoistych złożach pneumatolitycznych szukać i oczekiwać można. Typową formą złóż złota, srebra, miedzi, kobaltu, niklu, arsenu i siarczków żelaza są żyły, podczas gdy tlenki żelaza, syderyt, galman, rudy manganowe częściej występują w pokładach, pniach i gniazdach. Niektóre siarczki, jak piryt i chalkopiryt, można napotkać we wszystkich paragenezach — są to typowe wśród kruszców minerały kosmopolityczne. Inne natomiast, jak platyna lub chrom,

trzymają się statecznie pewnego tylko typu złóż związanych z ewolucją pewnych tylko skał (np. serpentynowych) lub, jak kasyteryt, który bywa napotykaný stale tylko w swoistej paragenzie minerałów fluorowych. Dla pewnych metali, jak platyna, złoto, kasyteryt, charakterystyczne są złoża wtórne, czyli piaski kruszczońskie, powstałe przez wietrzenie pierwotnych złóż żyłowych. Metale te są w takich piaskach napływowych drobno rozsiane lub koncentrują się dzięki swemu wysokiemu ciężarowi na dnie zagłębi i łóżysek rzecznych. Towarzyszą im zwykle „drogie kamienie“, które dostały się tu tą samą drogą, co i minerały kruszcowe. Przez wyplókiwanie lżejszego piasku górnik dobywa jedne i drugie.

Inne minerały „użyteczne“, poza kruszcowami, występują zwykle w złożach syngenetycznych, jak np. gips, sól kamienna, sole potasowe i potasowo-magnezowe. Są to albo zgodne pokłady i soczewki, albo nawet zupełnie prawidłowe warstwy przykryte zabezpieczającymi je od wypłókania osadami ilastymi. Podobne normalne pokłady syngenetyczne, wtrącone w warstwy piaskowców i łupków ilastych, tworzy węgiel kamienny i brunatny — zasypane, zamulone i zmineralizowane lasy i skupienia wegetacji bagiennej.

Inna sprawa z naftą. Jest ona produktem rozkładu jęstestw organicznych (przeważnie roślinnych), których skupienia zostały pogrzebane pod obfitemi osadami przybrzeżnymi. Nafta występuje zazwyczaj pospołu z solą kamienną, lecz jest mieszaniną ciekłą węglowodorów i dlatego zdolna jest, na podobieństwo wody, do krążenia wśród stałych pokładów skalnych (t. zw. migracja węglowodorów) i skupiania się tam, gdzie napotka odpowiednie po temu warunki, a więc w grzbietach sklepionych antyklin lub kopuł, otulonych z zewnątrz płaszczem nieprzepuszczalnym iłów i glin uwarstwionych. Zdawałoby się przeto, że złoża nafty są syngenetyczne z otaczającymi je skałami. Atoli w istocie, złoża nafty najczęściej leżą na miejscu wtórnem, a więc są epigenetyczne. Przemawia także za tem sposób występowania wosku ziemnego, który jest pochodną stałą nafty, pozbawioną węglowodorów ciekłych i gazowych, a który tworzy wśród piaskowców fliszowych prawdziwe żyły epigenetyczne (np. w Borysławiu).

7. POWSTAWANIE I PRZEOBRAŻANIE SIĘ MINERAŁÓW.

Podkreślaliśmy już niejednokrotnie z naciskiem, że ostateczny cel studjów mineralogicznych polega na poznaniu i udowodnieniu genezy, t. j. sposobu powstawania poszczególnych składników litosfery, oraz tych dalszych przemian, którym one z biegiem czasu ulegają. Znajomość minerału nie jest kompletna, jeżeli nie znamy jego genezy, jak słusznie mówi Tschermak. I dlatego, nie zapoznając ważności innych działów mineralogji ogólnej, możemy śmiało twierdzić, że dopiero *minerogenja* sięga najgłębiej w istotę świata nieorganicznego i najbardziej udostępnia jego pojmowanie. Miłośnicy mineralogji winni przeto temu przedmiotowi poświęcać jak najbaczniejszą uwagę.

Dwojakie są drogi, któremi można zdążyć do rozwiązywania zagadnień genetycznych. Jedne prowadzą przez studia morfologiczne i chemiczne, przez dokładne poznanie sposobu występowania i paragenety minerału, drugie — przez dziedzinę eksperymentu pracownianego. Jakkolwiek obie te drogi do wspólnego zmierzają celu, to jednak pierwsza z nich musi *poprzedzać* drugą, albowiem pierwsza wyznacza niejako kierunek drugiej. Stwierdzenie własności morfologicznych i chemicznych minerału, oznaczenie warunków geologicznych i paragenetycznych występowania umożliwia już w wielu razach postawienie hipotezy genetycznej. Doświadczenie naukowe ma następnie dowieść prawdziwości lub błędności powziętego założenia.

Spostrzeżenia geologiczne pouczają, że minerały w przyrodzie powstawać mogą na rozmaitych drogach. Jedne z nich są, niewątpliwie, produktem zestalania się mas stopionych (lawy, magmy). Inne, również bez wątplenia, wydzielają się w stanie stałym z roztworów wodnych. Jeszcze inne rodzą się z krzepnących par i gazów. Wreszcie istnieje liczna gromada minerałów, których powstawanie zależy od preegzystencji innych składników litosfery. Minerały pierwszych trzech kategorii, które powstają bezpośrednio z roztworów ciekłych lub płynnych (gazowych) nazywamy *pierwotnemi*, minerały zaś, które powstają z ciał, już istniejących w skorupie ziemi w stanie stałym, przez ich przeobrażanie się, noszą nazwę *wtórnych*, czyli *pochodnych*. Osobną

i ważną grupę genetyczną stanowią jeszcze te ciała, których powstawanie odbywa się za pośrednictwem organizmów zwierzęcych lub roślinnych (*minerały pochodzenia organicznego*).

Poważniejsze studja mineralogiczne wymagają koniecznie dokładnego zapoznania się i oswojenia z temi wielkimi gromadami genetycznymi minerałów. Niżej podane uwagi mają na celu podkreślenie najważniejszych cech charakterystycznych każdej grupy.

1. *Minerały pochodzenia ogniowego (pirogeniczne)*. Mianem tym oznaczamy minerały, powstające przez krystalizację tych stopionych mas wnętrza ziemi, które muszą istnieć między ognistociekłym jądrem a stałą litosferą i które wydobywają się niekiedy na powierzchnię ziemi kraterami i szczelinami wulkanicznymi. Masy stopione, zesalające się wewnątrz ziemi, nazywamy ogólnie *magmą*, a w tym szczególnym przypadku, kiedy one wyleją się na powierzchnię ziemi i ostatecznie zastygną — także *lawą*. Zarówno magma, jak lava, są roztworami przeważnie krzemianów, a zastygając, dają agregaty mineralne, zwane *skałami głębinowymi*, jeżeli krystalizują się w głębi ziemi, *skałami zaś wylewnymi*, jeżeli krzepną na jej powierzchni. Skład chemiczny i mineralogiczny obu kategorii skał jest mniej więcej jednakowy. Wśród krzemianów przeważającą rolę odgrywają *skalenie*, będące glinokrzemianami potasu, sodu i wapnia i dające kryształy mieszane. Podrzędnie, obok skaleni, lub niekiedy samodzielnie występują *skaleniołwce* podobne ze składu chemicznego do skaleni, ale różne morfologicznie (sodalit, nefelin i leucyt — glinokrzemiany sodu i potasu). Zarówno skalenie jak skaleniołwce są w zasadzie minerałami pozbawionymi żelaza i bezbarwnymi. Do minerałów magmatycznych barwnych i żelazistych należą *pirokseny* i *amfibole*, różne krystalograficznie, lecz chemicznie podobne. Są to bardzo liczne i zmienne mieszaniny izomorficzne metakrzemianów wapnia, magnezu, żelaza, manganu, glinu, sodu i innych pierwiastków, ukazujące się w barwach rozmaitych, zależnie od ilości i wartości chemicznej żelaza. Minerały tej grupy piroksenowo-amfibolowej są w skałach głębinowych i wylewnych bardzo rozpowszechnione.

Niemniejsze znaczenie posiadają także równopostaciowe ortokrzemiany magnezu i żelaza, zwane *oliwinami*. Dużem rozpowszechnieniem odznacza się dalej czarny *biotyt*, którego skład chemiczny przedstawiany bywa jako połączenie glinokrzemianu potasu i ortokrzemianu oliwinowego. Rzecz ciekawa i ważna, że niektóre z wymienionych krzemianów pirogeniczných (jak amfibol i biotyt) zawierają lotne pierwiastki, mianowicie wodór i fluor. Prócz krzemianów, naczelne miejsce w niektórych bardzo rozpowszechnionych skałach pochodzenia ogniowego zajmuje *kwarc* (dwutlenek krzemu). Ale na nim zamyka się ta krótka lista *istotnych części składowych* skał ogniowych. Prócz wymienionych krzemianów i kwarcu, już tylko w drobnych ilościach napotykamy *składniki podrzędne*, jak tlenki żelaza (hematyt i magnetyt) lub żelaza i tytanu (ilmenit), które odgrywają rolę barwników (ob. wyżej, str. 60), jak fosforonośny apatyt, a dalej cyrkon, rutyl i inne. Z tych nielicznych minerałów, w rozmaitem ich zespoleniu, składają się naogół wszystkie skały głębinowe i wylewne, będące podstawą i szkieletem całej litosfery. Stąd łatwo pojąć i ocenić olbrzymią doniosłość tych ciał dla budowy geologicznej naszego globu. Z nich to bowiem powstały wszystkie inne skały, zwane osadowymi, okruchowymi, a częściowo także—metamorficznymi, z których składa się powierzchowna część skorupy ziemi.

Znamiona minerałów pirogeniczných. Zakres istnienia danego minerału zależy od warunków fizycznych: temperatury i ciśnienia. Ponieważ ciśnienie, jakiemu podlegają masy, krystalizujące się w głębi ziemi (skały głębinowe) oraz lawy, stygnące na jej powierzchni, jest mniej więcej dla danego poziomu stałe, przeto głównym regulatorem powstawania minerałów ogniowego pochodzenia jest temperatura. Rzecz jasna, minerały zestalają się dopiero poniżej swojego punktu topliwości. Większość najważniejszych minerałów skalotwórczych krzepnie w temperaturach od 1000° do 1400° C. Stąd wynika, że minerały pirogeniczne są ciałami, które w tych temperaturach mogą istnieć bez dysocjacji. Mogą zatem niemi być krzemiany i tlenki, topiące się na masy szkliste bez rozkładu, nie mogą zaś niemi być węglany, siarczki, chlorki lub krzemiany wodne, gdyż te w tych temperaturach

ulegają rozkładowi lub ulatniają się. Typowymi minerałami pirogenicznymi są więc krzemiany bezwodne lub tlenki oraz nie-liczne inne związki, jak np. niektóre fosforany (apatyt). Wiemy to z teorji, która daje się sprawdzić i wyjaśnić doświadczalnie. Ogólnej tej reguły nie zdołają zachwiać i pewne z niej wyjątki. Zdarzają się mianowicie niekiedy wśród zespołów niewątpliwie pirogeniczných minerały innej kategorii, którym zwykle przypisujemy pochodzenie „wodne“. Zauważono niejednokrotnie, np. w syenitach eleolitowych, podrzędnie występujący kalcyt ze wszystkimi oznakami pierwotności, w granitach — piryt, w bazaltach — analcym (dzeolit, wodny glinokrzemian sodowy) i t. p. Obecność tego rodzaju „intruzów“ w środowisku magmatycznym da się dostatecznie wyjaśnić fizycznymi warunkami krystalizacji pod ciśnieniem, które, utrzymując w układzie złożonym składniki lotne i gazowe, umożliwia powstawanie takich ciał, jak kalcyt lub analcym, będących z natury swej antytezą ciał, powstających na drodze pirogenezy. Sporadyczne ich pojawianie się w skałach ogniowych stanie się zrozumiałem, skoro zważymy, że ten sam np. węglan wapniowy ($CaCO_3$), który krystalizuje się z roztworów wodnych w zwykłej temperaturze i pod zwykłym ciśnieniem, a w temp. około $900^{\circ} C$. rozkłada się na wapno i bezwodnik węglowy, daje się topić i krystalizować bez rozkładu w t. $1289^{\circ} C$. pod odpowiednio zwiększonym ciśnieniem w atmosferze bezwodnika węglowego. Ale pomimo tej pewności, zawsze uważamy kalcyt za minerał *par excellence* pochodzenia wodnego i wtórniego, a jego rzadką paragenezę z minerałami pirogenicznymi za zjawisko wyjątkowe. Podobnie ma się rzecz z analcymem, pirytem i t. p. Niektóre krzemiany, rozpowszechnione szeroko w skałach wulkanicznych, jak biotyt i amfibol, zawierają w swej drobinie chemicznej składniki wody oraz lotny fluor. Zaliczamy je pomimo to do grupy typowych minerałów pirogeniczných, gdyż obecność w nich lotnych pierwiastków bynajmniej nie stoi w sprzeczności z ich pochodzeniem. Magma bowiem, która je wydała ze swego łona, jak o tem poucza petrogenesa, zawiera zarówno parę wodną, jak i gazy w rodzaju fluoru i chloru, które w odpowiednich warunkach fizyczno-chemicznych mogą wejść do składu krzemianów wymienionych.

Zespół minerałów pirogeniczných odznacza się więc, ogólnie rzeczy biorąc, trwałością w temperaturach wysokich, co harmonizuje z ich konstytucją chemiczną, będącą połączeniem zasad stałych z równie stałą krzemionką lub gliną. Zdolne do samodzielnego istnienia tlenki stałe krzemu (żelaza, tytanu i t. p.) dopełniają nieliczną listę tych „ogniotrwałych“ krzemianów i glinokrzemianów.

Prócz substancji, ogniowe pochodzenie znamionuje niekiedy i forma — mianowicie w przypadkach ciał wielopostaciowych, które w zależności od temperatury rozmaite przybierają kształty. Jak już wiemy (str. 43), dwutlenek krzemu krystalizuje się, jako heksagonalny kwarc α , poniżej 575°C ., jako heksagonalny, lecz do innej należącej klasy, kwarc β — powyżej podanej temperatury. Formy heksagonalne kwarcu α i β różnią się zewnętrznym pokrojem kryształów: pierwsza jest pryzmatyczna (klasa trapezoedru trygonalnego), druga — piramidalna (klasa trapezoedru heksagonalnego). Kwarc „bipiramidalny“ (bez ścian słupa heksagonalnego) zdarza się w lawach i mógł zestalić się w temperaturze $> 575^{\circ}\text{C}$., przeciwnie, kwarc pryzmatyczny z mocno rozwiniętymi ścianami słupa (zwykle zbrożdżonemi) i zakończeniem piramidalnym (romboedry, trapezoedry i piramidy trygonalne), jest stałym gościem żył kruszcowych, mineralnych i pegmatytowych, skutkiem czego przypisujemy mu pochodzenie hydrotermalne w temperaturze $< 575^{\circ}\text{C}$. Stąd kwarc (i inne minerały wielopostaciowe) możemy uważać za *sui generis* „termometry geologiczne“, pozwalające oceniać temperaturę środowiska, w którym powstała ta lub inna ich modyfikacja. Wedle badań Wrighta i Larsena, którzy wypróbowali około 44 rozmaitych złóż kwarcowych, okazało się, że kwarc granitów i porfirów ma własności kwarcu β , a więc zestalał się w temp. powyżej 575° , kwarc zaś żyłowy — należy do kwarcu α z punktem tworzenia się poniżej 575° . Kwarc granitów pegmatytowych i „napisowych“ ma formę kwarcu β , natomiast w najmłodszych i cienkich żyłach pegmatytowych tworzy się już kwarc α . Stąd wypływałoby, że temp. 575° jest niejako średnią temperaturą zestalania się magm pegmatytowych.

Prócz znamion chemicznych i morfologicznych przy rozwa-

żaniu zagadnień genetycznych bierzemy pod uwagę także budowę wewnętrzną minerałów, a raczej charakter tych ciał obcych, które przerywają jednorodność ich budowy wewnętrznej. Są to tak zwane inkluzje (wrostki), pobrane z otoczenia przez narastający kryształ. Mogą nimi być zarówno ciała stałe (np. wcześniej powstałe kryształy), jak ciecze lub gazy, obecne w zestalającym się środowisku. Dla minerałów pochodzenia ogniowego najbardziej charakterystycznymi pod względem genetycznym są inkluzje szkliste, czyli drobne ilości niezindywidualizowanej magmy, t. j. tego „ługu macierzystego“, z którego wyłonił się sam „gospodarz“ inkluzji. Takie szkliste wzrostki, napotymane często w minerałach skał wylewnych, stanowią bardzo przekonywające dowody („*corpora delicti*“) ich pochodzenia pirogenicznego. Inkluzje minerałów, będących częściami składowymi skał głębinowych, mają częstokroć charakter baniek gazu lub cieczy, niekiedy zaś — baniek mieszanych cieczy i gazu. Kwarc granitowy np. odznacza się obfitością porów, wypełnionych między innymi także ciekłym bezwodnikiem węglowym, co niewątpliwie dowodzi swoistych warunków krystalizacji całego środowiska. Rzecz naturalna, że prócz podniesionej temperatury, musimy tu przyjąć, jako nieodzowny warunek krystalizacji, jeszcze drugi „parametr fizyczny“, mianowicie wysokie ciśnienie. Ono bowiem tylko mogło utrzymać ciała gazowe w łączności z magmą, która, krystalizując się, pewną, drobną zresztą, część tych ciał gazowych okludowała w formie dostrzeganych dziś przez mikroskop wzrostków.

Kiedy mowa o genezie minerałów, niepodobna pominąć także formy i struktury ich skupień, gdyż w nich to odbija się zwykle w sposób wyraźny piętno pochodzenia. Lawy zaścigają zazwyczaj w formie potoków i żył, skały głębinowe — w formie mas bochenkowatych i wielkopiennych, a formy te, charakteryzujące wybuchowe lub intruzyjne pochodzenie skały, przemawiają jednocześnie za pirogenicznym pochodzeniem składających je minerałów. Podobnie przekonywających dowodów dostarcza szklista budowa niektórych law lub oddziaływanie „kontaktowe“ skał intruzyjno-głębinowych na otaczające je skały osadowe. Niewątpliwym dowodem wybuchowości są także tufy wulkaniczne, towarzyszące w wielu razach lawom. Te i tym podobne dowody na-

tury geologicznej i petrograficznej są w wielu razach rozstrzygające i dlatego konieczne muszą być brane pod uwagę przy rozważaniu zagadnień genetycznych.

Prócz minerałów pirogeniczych we właściwym słowa znaczeniu, odróżniamy jeszcze minerały, które wprawdzie tworzą się w wysokich temperaturach, ale nie przez krystalizację mas stopionych, lecz przez zestalanie się par i gazów. Rozpowszechnienie ich nie jest wielkie i ogranicza się do kraterów wulkanicznych i wogóle do tych szczelin, które sięgają głębszych, a więc i gorętszych poziomów litosfery. Minerały tej kategorii są same przez się ciałami lotnymi lub powstają przez wzajemne oddziaływanie związków lotnych. Studja wulkanologiczne pouczają, że w kraterach i solfatarach napotykanne są pospolicie *sublimaty*, czyli *naloty* ciał takich, jak siarka (*S*), jak siarczek arsenu *AsS*, (realgar), jak chlorek amonu (*NH₄Cl*) lub chlorek sodu (*NaCl*). Są to ciała, jak wiadomo skądinąd, łatwo lub dość łatwo ulatniające się, i dlatego występowanie ich w kanałach i drogach wulkanicznych jest zupełnie zrozumiałe. Substancja ich może być albo wprost emanacją magmy, albo też wynikiem działania lawy na skały otaczające, np. siarka może powstać przez rozkład pirytu ($FeS_2 = FeS + S$).

Nie wszystkie jednak naloty w ten prosty sposób dadzą się wyjaśnić. Tak pospolite np. na lawach Wezuwjusza powłoki krystaliczne hematytu Fe_2O_3 (błyszczu żelaznego) nie mogą być produktem bezpośredniej sublimacji, ponieważ tlenek żelazowy jest ciałem nielotnem. Powstawanie jego stanie się natomiast zrozumiałem, jako wynik wzajemnego oddziaływania dwu ciał lotnych, chlorku żelazowego i wody, w myśl równania: $Fe_2Cl_6 + 3H_2O = Fe_2O_3 + 6HCl$. Takie tłumaczenie zgadza się także z wielokrotnie stwierdzonym składem gazów, wydzielanych przez wulkany, wśród których, prócz par i ciał mniej lub więcej obojętnych, jak woda, dwutlenek węgla, azot, obecne są jeszcze gazy tak czynne chemicznie, jak chlorowodór, fluorowodór, siarkowodór, dwutlenek siarki i t. p. Chlorowodór, atakując napotykanne na swej drodze związki żelaza, łączy się z niem na chlorek żelazowy, który w zetknięciu z parami wody ulega rozkładowi na hematyt i wolny kwas solny. Podobnie może powstawać i siarka: przez rozkład

siarkowodoru pod wpływem tlenu ($H_2S + O = H_2O + S$) lub przez zetknięcie się siarkowodoru z dwutlenkiem siarki ($2H_2S + SO_2 = 3S + 2H_2O$). Analogicznie do genezy hematytu wulkanicznego przypisujemy podobne pochodzenie i innym minerałom, należącym do gromady tlenków, np. kasyterytowi (SnO_2), który tworzy żyła żyłowe w skałach granitowych. Zakładamy mianowicie, że to nie-
lotne i nierozkładne ciało dostało się tam w formie par lotnego fluorku cyny, który, reagując na parę wodną, zestalił się jako dwutlenek cyny: $SnF_4 + 2H_2O = SnO_2 + 4HF$. Prawdopodobieństwo tej reakcji zwiększa się przez to, że kasyteryt występuje zwykle w towarzystwie minerałów takich, jak turmalin, topaz, fluspat, apatyt, cynwaldyt, które zawierają w składzie swym lotne pierwiastki: fluor, bor i wodór. Jakkolwiek wymienione ciała są złożonemi krzemianami, a proces ich powstawania nie jest tak prosty, jak podana tylko co geneza kasyterytu, to jednak, opierając się na harmonji paragenezy, przypisujemy powstawanie żył kasyterytowych z całą ich treścią czynnemu udziałowi wymienionych ciał lotnych. Tak złożony proces genetyczny, w którym biorą udział gazy, lecz który jednocześnie oddziaływa niekiedy rozkładająco na otoczenie, t. j. na ściany żyły, nazywa się *pneumatolizą*. Niektórzy badacze skłonni są przypisywać pneumatolizie większe znaczenie geologiczne i objaśniać za jej pomocą nawet powstawanie wielkich złóż mineralnych, np. magnetytu, występującego w towarzystwie apatytu.

Osobną grupę minerałów pirogeniczných stanowią jeszcze t. zw. *minerały kontaktowe*. Powstają one w bliższej lub dalszej odległości od powierzchni zetknięcia się masy intruzyjnej ognistociekłej ze skałami osadowemi. Oddziaływanie jest wzajemne i odbija się przedewszystkiem na strukturze skał, będących w kontakcie. Skała wybuchowa, stygnąc w zetknięciu z zimnemi osadami prędszej, przybiera budowę zbitą lub nawet szklistą. Warstwy osadowe pod wpływem działania termicznego magmy oraz chemicznego — wydzielających się z niej i towarzyszących jej gazów, ulegają niekiedy dość daleko sięgającym zmianom: dehydratyzują się i wypalają, niekiedy nadtapiają nawet, a w przypadku skał wapiennych — przekształtują się i ze zbitego wapienika przeobrażają się na krystaliczny marmur. Prócz tego w pasie kon-

taktowym powstają minerały swoiste, zazwyczaj pięknie wykształcone, których brak w osadach normalnych, niezmiennych. Są to najczęściej krzemiany o bardzo złożonej, „kompleksowej“ budowie chemicznej, o wzorach chemicznych skomplikowanych lub niedostatecznie wyjaśnionych, jak turmalin i wezuwjan, lub takie, których skład dobrze jest znany, lecz które w normalnych skałach wybuchowych nie są napotymane lub są wyjątkowymi tylko gośćmi, jak granat, sylimanit i inne. Wielu minerałom kontaktowym właściwe są pierwiastki lotne (fluor, bor, wodór). Do takich należą: turmalin, aksynit, wezuwjan, epidot, apatyt, fluspat. Rzecz ważna i znamienna, że w przeobrażonych kontaktowo skałach ilastych powstają minerały kontaktowe, obfitujące w glin, jak cyanit, andaluzyt, chiastolit, w skałach zaś wapiennych — takie, w których dominującą zasadą jest wapno, jak wezuwjan, epidot, granat, wolastonit, diopsyd, apatyt. Widoczny jest tu wpływ działania masy chemicznej. Przyznać jednak należy, że do dziś dnia sposób powstawania tych ciał nie jest dostatecznie poznany. Przypuszczamy zwykle, że oprócz niezbyt wysokiej temperatury ważną rolę w ich genezie odgrywają gazy, które ułatwiają wymianę pierwiastków i przyspieszają wzrost kryształów. Niektóre minerały kontaktowe bywają częstymi składnikami także żył mineralnych pochodzenia hydrotermalnego (turmalin, epidot, apatyt).

2. *Minerały pochodzenia wodnego.* Mamy tu zwykle na myśli te stosunkowo nieliczne i mało rozpowszechnione składniki powierzchniowej litosfery, które rozpuszczają się w wodzie w zwykłych warunkach fizycznych. Rzecz naturalna, tego rodzaju minerały na powierzchni ziemi w większej masie utrzymać się przez dłuższy czas nie mogą, ulegając spłókananiu przez wody atmosferyczne, które je ostatecznie unoszą do hydrosfery, t. j. do mórz i oceanów. Tylko pod zabezpieczającymi pokładami ilastymi, nieprzepuszczalnymi, większe skupienia tych ciał mogły przechować się w stanie stałym. Są to t. zw. *złoża solne*, składające się z *minerałów solnych*. Geneza ich naogół jest jasna i dobrze poznana. W złożach solnych napotykamy gips ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), anhydryt ($CaSO_4$), sól kamienną ($NaCl$), sylwin (KCl) oraz cały szereg siarczanów i chlorków sodu, potasu i magnezu w rozmaitych

kombinacjach. Syngenetyczne ułożenie tych złóż wśród formacji ilastopiaszczystych morskiego pochodzenia, ich bardzo typowy skład mineralogiczny i chemiczny, przemawiają z całą stanowczością za ich wodnym pochodzeniem. Z rzadką w zagadnieniach genetycznych pewnością uważamy złoża solne za produkt doszczętnego lub częściowego wysychania odciętych zatok i lagun morskich. Samo przez się rozumie się, że wyparowywanie zupełne zbiorników wody może dochodzić do skutku tylko w klimacie dostatecznie suchym, w którym suma rocznych opadów nie przewyższa stopnia ewaporacji. Współczesne stosunki ziemi pouczają, że krystalizacja wysychających zbiorników wody odbywa się istotnie w wielu okolicach, np. w stepach słonych, otaczających morze Kaspjskie. Nie jest rzeczą trudną przedstawić sobie także sposób utrwalenia pokładu solnego przez zasypanie go lotnym iłem i piaskiem lub przez zamulenie, które mogło nastąpić ze zmianą klimatu.

Złoża solne posiadają zwykle budowę warstwową, pochodzącą od stopniowego lub perjodycznego charakteru krystalizacji tego skomplikowanego roztworu solnego, jakim jest woda morska. Wydzielanie się soli z koncentrującego się ługu solnego zaczyna się od anhydrytu i soli kamiennej, a przez sylwin przechodzi na sole potasowo-magnezowe, kończąc się chlorkiem magnezowym (bischofit). Niektóre złoża solne nie zawierają wszystkich ogniw tego łańcucha krystalizacji, np. brak mu górnych pokładów potasowo-magnezowych, które są o wiele łatwiej rozpuszczalne od dolnych gipsowo-solnych. Te i tym podobne braki powstają przez ługowanie złóż, niedostatecznie zabezpieczonego pokrywą ilastą.

Współczesna *petrografia solna*, traktująca powstawanie złóż solnych z punktu widzenia fizyczno-chemicznego, zdołała odtworzyć bardzo dokładny obraz krystalizacji wody morskiej w danej temperaturze (ob. niżej: Wstęp do petrografji).

Do minerałów pochodzenia wodnego bardzo ważnych i bardzo rozpowszechnionych należy dalej grupa węglanów rombówych i romboedrycznych (kalcyt, aragonit, dolomit i t. d.). Co prawda, minerały te w wodzie czystej rozpuszczają się bardzo słabo. Rozpuszczalność ich zwiększa się pokaźnie w wodzie, nasyconej dwutlenkiem węgla, która krąży w pokładach skalnych. Ale i taka aktywna woda zdolna jest rozpuścić najbardziej podatny z węgla-

nów — węglan wapniowy — w ilości zaledwie 1.08 gr. w litrze. Inne węglany ziem alkalicznych rozpuszczają się w stopniu jeszcze mniejszym. Ale ponieważ najważniejszy z nich — węglan wapniowy — jest ogromnie na powierzchni litosfery rozpowszechniony, a wody zaskórne często bywają nasycone dwutlenkiem węgla, przeto, stykając się z pokładami wapiennymi i krążąc po nich, zdolne są wyługować z nich w szeregu wieków wielkie ilości tego minerału. Działanie tych wód jest tem energiczniejsze, im więcej zawierają one rozpuszczonego w sobie „gazu węglanego“, co znów zależy wprost od stopnia ciśnienia. Węglan wapniowy rozpuszcza się przytem w formie dwuwęglanu $CaH_2(CO_3)_2$, który jest ciałem nietrwałem i przechodzi w zwykły węglan pojedynczy i nierozpuszczalny z chwilą, kiedy ciśnienie zmniejszy się a gaz węglany wydzieli się z roztworu całkowicie lub częściowo. Wówczas też nastąpi krystalizacja kalcytu w formach rozmaitych, zależnie od dalszych warunków tego procesu: w szczelinach — w formie żył, w jaskiniach, jako sople, nacieki i powłoki, w źródłach, wytryskających na powierzchnię ziemi — w formie pokładów „martwicy“ i t. d. Stopień krystaliczności tych utworów pozostaje w odwrotnym stosunku do prędkości procesu zestalania się. Stąd w żyłach zamkniętych spotykamy zwykle krystalizacje gruboziarnistego kalcytu, a w żyłach częściowo wypełnionych — piękne i duże kryształy spatu wapiennego lub przezroczystego spatu dwójłomnego (islandzkiego). Pokrój kryształów kalcytu bywa przytem wielce rozmaity. Zauważono mianowicie, że z roztworów czystych wydziela się kalcyt w formie pojedynczych romboedrów (jednostkowych), z roztworów zaś mieszanych, zawierających obok wapiennej inne jeszcze sole lub wogóle związki metali ciężkich, wykrystalizowują się kalcyty o pokroju skalenoedrycznym, pokryte licznym zespołem ścian innych jeszcze możliwych postaci. Źródła ciepłe wydzielają węglan wapniowy zwykle nie w formie kalcytu, lecz — aragonitu, którego rozpowszechnienie jest zresztą bez porównania skromniejsze. Inne węglany ziem alkalicznych, jak syderyt ($FeCO_3$), smithsonit ($ZnCO_3$), cerusyt ($PbCO_3$), napotykane w złożach kruszcowych, genezą swoją nie różnią się zasadniczo od kalcytu. O powstawaniu ważnego minerału skałotwórczego, dolomitu ($CaMgC_2O_6$), pomówimy poniżej.

3. *Minerały hydrotermalne.* Jeżeli teoria powstawania minerałów solnych i węglanów, jako bezpośrednich produktów krystalizacji roztworów wodnych, jest jasna, przekonywająca i może być dowolnie sprawdzana na drodze eksperymentalnej (o czym niżej), to wyjaśnienie genezy t. zw. minerałów hydrotermalnych, skupiających się w żyłach mineralnych (i kruszcowych), napotyka w wielu razach poważne jeszcze trudności. Wśród minerałów żyłowych, wypełniających całkowicie lub częściowo tylko rozpadliny i szczeliny skalne, spotykamy pstrą mieszaninę ciał o najróżnitszej konstytucji chemicznej. Czegóż bo te żyły mineralne nie zawierają? Pierwiastki metaliczne: arsen, antymon, bizmut, złoto, srebro, rtęć, miedź...; siarczki, arsenki, siarkosole żelaza, kobaltu, niklu, miedzi, srebra, rtęci, ołowiu, cynku...; tlenki metaliczne: żelaza, tytanu, miedzi...; tlenki niemetaliczne: kwarc, chalcedon; węglany: wapnia, żelaza, manganu, cynku...; krzemiany bezwodne: adular, albit, diopsyd, granat...; krzemiany wodne: chloryt, epidot, dzeolity...; fosforany: apatyt, piromorfit, mimetyt...; siarczany: baru, strontu... Pomijamy cały szereg innych jeszcze minerałów żyłowych, które względem wymienionych odgrywają rolę wtórnych.

Ażebymy wystawić wspólną teorię, wyjaśniającą genezę ciał tak różnorodnych chemicznie i posiadających tak odmienny często pokrój fizyczny, trzeba sobie jeszcze uprzytomnić jedną wspólną im cechę, a mianowicie małą lub żadną rozpuszczalność, a więc właściwie nierozpuszczalność w wodzie w zwykłych warunkach fizycznych (normalne ciśnienie i zwykła „pokojowa“ temperatura). Nie można ich przeto uważać za bezpośredni wynik krystalizacji roztworów wodnych. Z drugiej jednak strony wiele z tych ciał kryje niewątpliwe znamiona „wodnego“ pochodzenia bądź to w znacznej zawartości wody dość luźnie związanej (dzeolity, chloryty), bądź w inkluzjach wodnych (kwarc, adular, albit), tak, iż żadnej innej teorii genetycznej, prócz właśnie „wodnej“, do nich zastosować niepodobna. Trudności zmniejszą się, skoro założymy, że obserwowane dziś przez nas żyły w czasie tworzenia się minerałów żyłowych znajdowały się wraz z zawierającymi je skałami w głębszych poziomach litosfery, gdzie, jak wiadomo z geofizyki, panuje i temperatura podniesiona, i ciśnienie wyż-

sze. Z obecności w żyłach takich minerałów, jak kwarc α , jak niekiedy aragonit, wnosimy, że temperatura środowisk żyłowych nie może przekraczać 400° — 500° C., ponieważ aragonit już w temperaturze 440° C. przechodzi w kalcyt. Ale nawet i ta temperatura wydaje się nam za wysoka. Jako najprawdopodobniejsze przyjąć należy temperatury poniżej 360° C., t. j. poniżej krytycznego stanu wody. A. Daubrée w słynnym swem doświadczeniu otrzymał kwarc pryzmatyczny (α), działając w naczyniu szczelnie zamkniętem wodą na szkło w temperaturze, podniesionej „do początku ciemnej czerwoności“.

Przyjmując taką dość znaczną ciepłotę roztworów, krążących w nieco głębszych poziomach litosfery, musimy jednocześnie wziąć pod uwagę także odpowiednie ciśnienie, któreby te wodne roztwory mogło utrzymywać w stanie ciekłym. Do założeń tych upoważnia nas nie tylko geofizyka (wewnętrzny stan ziemi), lecz także zjawiska, które odbywają się na jej powierzchni i są dostępne dla obserwacji bezpośredniej. Mamy tu na myśli źródła gorące, wytryskujące niekiedy z olbrzymią siłą (np. amerykańskie gejzery), a zdala od swego początku, bo u wylotu na światło dzienne, posiadające ciepłotę zbliżoną do 100° C. Taka woda „przegrzana“, a choćby tylko ogrzana np. do 70 — 80° C., nie jest już ciałem tak obojętnem jak na powierzchni ziemi. Sprawność jej chemiczna ogromnie wzrasta, a wiele ciał, zachowujących się biernie względem niej na powierzchni, ulega jej działaniu rozpuszczającemu w głębi. Wiadomo, że gejzery przynoszą na powierzchnię wiele rozpuszczonej krzemionki, która wydziela się dookoła wypływu źródeł, tworząc rozległe pokłady nawarów krzemionkowych. Oczywiście, ta krzemionka została wylugowana bądź z napotkanych po drodze krzemianów, bądź z minerałów i skał kwarcowych, które przecież należą do najporniejszych ciał litosfery. Ale jeżeli tak gwałtowne wydzielanie się dwutlenku krzemu z mocno przesyconego roztworu prowadzi do niepozornej tylko martwicy krzemionkowej, to jednak tego rodzaju bezpośrednie spostrzeżenia zbliżają nas o znaczny krok naprzód do zrozumienia tych niewiele już odmiennych warunków, wśród których, w głębi ziemi, przez powolne *wiekowe* zestalanie się tegoż dwutlenku krzemu powstają owe wspaniałe

kryształy górskie, wysokie na chłopa, które podziwiamy w żyłach i „sklepach kryształowych“ Alp lub Madagaskaru! Dochodzimy już tym sposobem do zrozumienia teorii „hydrotermalnej“, w której podstawie leżą fizyczne pojęcia temperatury i ciśnienia oraz geologiczne pojęcie czasu. Teoria hydrotermalna zakłada zatem krążenie w szczelinach litosfery złożonych roztworów wodnych o temperaturze i ciśnieniu wyższym od panujących na powierzchni i zależnych od głębokości, z których to roztworów minerały żyłowe nie wydzielają się jednak bezpośrednio, lecz raczej są wynikiem reakcyj chemicznych pomiędzy rozmaitemi zawartemi w nich ciałami, zwłaszcza przy krzyżowaniu się dróg wodnych, któremi krążą rozczyiny chemicznie różne.

Zanim te reakcje poznamy, wróćmy raz jeszcze do źródeł gorących i przypatrzmy się, co one ze sobą przynoszą na powierzchnię. O krzemionce (opalu) i węglanie wapniowym (aragonicie) wspominaliśmy już poprzednio. W wielu miejscach tryskają źródła siarkowe, przynoszące z głębi siarkowodór, który, stykając się z tlenem powietrza, daje siarkę ($H_2S + O = H_2O + S$). Głośne źródła kalifornijskie (Sulphur banks i in.) wydzielają między innymi cały szereg siarczków: cynober (HgS), piryt (FeS_2), chalkopiryt ($CuFeS_2$). W gorących źródłach francuskich (Plombières i in.) znaleziono siarczki krystaliczne metali ciężkich, jako utwory przypadkowe, narosłe na zatopionych przedmiotach metalicznych. Takich przykładów źródeł głębinowych, któreby aż na powierzchnię ziemi wynosiły związki metaliczne, nie znamy, co prawda, zbyt wiele, ale niema w tem nic dziwnego, skoro się zważy, że źródła te, dążąc ku górze, musiały przecież stygnąć, a co zatem idzie, wydzielać i zostawiać po drodze zawarte w nich ciała. Główna ich czynność wydzielająca odbywać się musiała, z natury rzeczy, pod powierzchnią ziemi, zwłaszcza, jeżeli szczeliny skalne były od niej odcięte.

W tych zatem podziemnych pracowniach odbywa się naturalna niejako hodowla owych pięknych i wielkich kryształów, które składają się nieraz na treść żył mineralnych lub kruszcowych. Ich parageneza i sukcesja (ob. wyżej) świadczą dowodnie, że proces krystalizacji nie był jednolity, lecz miał kilka lub nawet kilkanaście stadjów, przyczem przepływające przez szcze-

linę roztwory mogły zmieniać niejednokrotnie swoją istotę chemiczną (budowa żył pasowa).

Co się tyczy reakcji chemicznych, które powodują strącanie się minerałów żyłowych, to, według utartych pojęć, polegają one najczęściej na podwójnej wymianie pierwiastków. Na tej drodze może powstawać np. kwarc, jeżeli rozpuszczalny krzemian alkaliczny spotka się z rozpuszczalnym dwuwęglanem wapniowym lub wprost z roztworem bezwodnika węglowego ($K_2SiO_3 + H_2CO_3 = SiO_2 + K_2CO_3 + H_2O$). Tak samo wyobrażamy sobie tworzenie się siarczków metalicznych przez oddziaływanie soli rozpuszczalnych, np. dwuwęglanów lub chlorków, na roztwory siarkowodoru lub siarczków alkalicznych ($2 CuCl + H_2S = Cu_2S + 2 HCl$). I powstawanie metali rodzimych da się wyjaśnić w sposób podobny. Miedź np. redukuje się pod wpływem soli żelaza dwuwartościowego ($CuCl_2 + 2 FeCl_2 = Cu + 2 FeCl_3$). Reakcje te i im podobne mają tem większe prawdopodobieństwo, że dają się do woli odtwarzać sztucznie w warunkach podobnych do tych, jakie według naszych wyobrażeń, musiały panować w środowiskach żyłowych (o czem niżej).

Daleko więcej trudności odczuwamy przy rozważaniu genezy niektórych niemetalicznych minerałów żyłowych, np. złożonych glinokrzemianów bezwodnych, takich, jak adular ($K_2Al_2Si_6O_{16}$) lub albit ($Na_2Al_2Si_6O_{16}$), ponieważ w tym przypadku i wskazówki geologiczne są mniej wyraźne, i doświadczenia naukowe niezawsze przekonujące. Zadowolniamy się tu analogjami do wodnych glinokrzemianów—dzeolitów, które dość łatwo syntezują się w warunkach, wymaganych przez teorię hydrotermalną (ob. niżej).

Ale skąd wody termalne, krążące w żyłach głębinowych, czerpią substancje, dające początek krystalizacjom żyłowym? Dwa są na sprawę tę poglądy. Według jednego, wody termalne, obdarzone znaczną aktywnością chemiczną, nagryzają i ługują skały oboczne, a w sprzyjających warunkach krystalizacji (obniżenie się temperatury, zmniejszenie ciśnienia, parowanie rozpuszczalnika — wody) wydzielają wyługowane substancje w formie żył mineralnych lub kruszczowych. Pogląd ten znany jest pod nazwą *teorii sekrecji lateralnej* (wysiąków bocznych). Wedle innego

zapatrywania, substancje, zawarte w wodach głębinowych, pochodzą nie z bezpośredniego otoczenia żył mineralnych, lecz — z poziomów głębszych, być może, aż z poziomów magmatycznych. Jak powszechnie przypuszczamy, krzepnąca magma wydziela zawarte w niej gazy i pary, przedewszystkiem wodę, która dąży szczelinami ku górze i, kondensując się, daje początek wodzie termalnej. Jest to t. zw. *teorja ascensyjna*. Zwolennicy obu teoryj przytaczają na poparcie ich słuszności dowody mniej lub więcej przekonywające. Bezstronnie rzeczy biorąc, nie możemy żadnej z nich przyznać wyłącznej słuszności. Pytanie, która z nich ma być stosowana w pewnym konkretnym przypadku, zależy całkowicie od paragenezy minerałów, tudzież od własności petrograficznych i chemicznych tak złoża samego, jak i jego najbliższego otoczenia. Trzeba jednak przyznać, że zapomocą hipotezy wysiąków bocznych dadzą się w sposób zadowalający wytłumaczyć nieliczne tylko złoża mineralne i kruszcowe. Sekrecję lateralną możemy bowiem uznać tylko w tych razach, kiedy między treścią złoża a jego łupiną (najbliższem otoczeniem skalnem) zachodzi widoczny związek substancjonalny i kiedy własności petrograficzne tej łupiny okazują odpowiedni stopień przeobrażenia chemicznego. Jeżeli np. w zmurszałym granicie wapienno-alkalicznym napotykamy żyły mineralne, wypełnione przez takie minerały, jak kwarc, dzeolity wapienno-sodowe, epidot, chloryt, adular, to możemy do nich z wielkiem prawdopodobieństwem stosować teorję lateralno-sekrecyjną. Podobnie przy jej pomocy wyjaśnić możemy złoża miedzi rodzimej osadzone w mocno zwietrzałych skałach diabazowych, które w partjach świeższych zawierają drobne ilości miedzi równomiernie rozsianej i związanej chemicznie z minerałami skałotwórczemi. Wody termalne, atakując skałę, ługowały także i pierwiastek miedzi, która koncentrowała się następnie w żyłach i gniazdach wraz z takimi minerałami, jak kalcyt, dzeolity, chloryt i t. p., które tworzą stałą jej paragenezę. Niepodobna natomiast stosować teorji wylugowań bocznych w tych przypadkach, kiedy treść żyły nie ma nic wspólnego ze swoją łupiną, kiedy np. żyły cynkowo-ołowiane przerzynają płonne pokłady dolomitowe lub wypełniają ich szczeliny ciosowe, lub kiedy cynober inkrustuje potrzaskany jałowy pia-

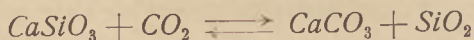
skowiec, lub kiedy żyły kwarcu i pirytu złotonośnego biegną przez skały wulkaniczne, zgoła owych elementów kruszcowych pozbawione. Trzeba jednak pamiętać o tem, że wody termalne w swych częstokroć długich wędrówkach podziemnych zawsze przecież oddziałują nagryzająco na ściany dróg przebieganych i że w niejednym złożu żyłowym mogą znaleźć się zarówno elementy z głębokich pochodzące poziomów, jak i z najbliższego otoczenia. Naogół stwierdzić wypada, że teoria ascensyjna złóż kruszcowych i mineralnych daleko szersze obejmuje widnokreśli i łączy się w sposób harmonijny z pneumatolizą i teorią t. zw. żył pegmatytowych. Te ostatnie, będąc iniekcjami magmatycznymi, zestalają się jednak pod przemożnym, jak mniemamy, wpływem gazów i par, przez magmę wydzielanych, i stanowią ogniwo pośrednie pomiędzy właściwymi utworami ogniowymi a krystalizacjami hydrotermalnymi.

4. *Minerały wtórne.* Dla zrozumienia istoty świata mineralów nieodzowne jest poznanie tych przemian, którym one ulegają zależnie od zmiany warunków fizyczno-chemicznych. Nazwaliśmy powyżej minerałami pierwotnymi te składniki litosfery, które są wynikiem bezpośredniego zestalania się cieczy, bez względu na to, czy będzie nią ognisty stop magmatyczny, czy woda morska. Te minerały pierwotne są jednak ciałami trwałymi, ogólnie rzecz biorąc, tylko w tych warunkach, w których odbywała się ich krystalizacja. Rzecz jasna, minerały pochodzenia wodnego, jak gips, sól kamienna lub kainit, nie wytrzymują zbyt wysokich temperatur, ponieważ albo ulegają rozkładowi (dysocjacji), albo zamieniają się w parę. Ale podobnie ma się sprawa i z temi pozornie bardzo opornymi, trwałymi i niezmiennymi ciałami o pokroju kamienistym, które wyłaniają się z magmy i lawy. Z chwilą, kiedy dostaną się one z głębi ziemi na jej powierzchnię i zetkną się z atmosferą, zaczyna się ich powolne przeobrażanie się, czyli przystosowywanie się do nowych warunków bytowania. W głębszych poziomach litosfery i ciśnienia są wyższe, i temperatury podniesione, — na jej powierzchni mamy do czynienia tylko z ciśnieniem atmosferycznym, a temperatura waha się koło 0° C. w niewielkim stosunkowo za-

kresie. Prócz tego atmosfera, z którą się tu przybysze głębinowi stykają, nie jest względem nich obojętna, lecz zaczyna je atakować. Takie jej składniki, jak dwutlenek węgla, woda, są bowiem, geologicznie rzeczy biorąc, wysoce aktywne, i one to głównie prowadzą tę pracę przystosowawczą, zamieniając pierwotne minerały pirogeniczne na ciała wtórne, które lepiej odpowiadają nowym warunkom, t. j. są w nich trwalsze. Na tem polega t. zw. chemiczne wietrzenie skał i powstawanie minerałów wtórnych.

Głównem znamieniem procesów, prowadzących do powstawania minerałów wtórnych, jest przedistnienie w danym układzie ciał stałych zdolnych do przeobrażeń. Nie są one zatem wynikiem bezpośredniego zestalania się cieczy lub pary, jak w przypadku minerałów pierwotnych, lecz są wynikiem stopniowego i powolnego oddziaływania czynników atmosfery na stałe części składowe litosfery. Innemi słowy, minerały wtórne są wynikiem pewnych *reakcyj chemicznych*, odbywających się pomiędzy litosferą i atmosferą. Ponieważ głównymi czynnikami atmosfery, które w tych reakcjach biorą udział, są bezwodnik węglowy (CO_2), tlen i woda, przeto rezultatem ich działania może być powstawanie albo węglanów (karbonizacja), albo związków tlenowych (oksydacja), albo wreszcie związków wodnych (hydratyzacja). Zdarza się bardzo często, że dwa lub nawet wszystkie trzy wymienione procesy odbywają się współcześnie. Ze względu na ich pierwszorzędą doniosłość geologiczną, wyjaśnimy je na kilku najbardziej typowych przykładach.

Karbonizacja polega na wypieraniu dwutlenku krzemu przez dwutlenek węgla. Pierwotne krzemiany pod wpływem tego działania rugującego zamieniają się stopniowo na węglany. Na powierzchni ziemi węglany są zatem związkami trwalszemi od krzemianów, w głębi ziemi — odwrotnie. W głębi ziemi, w temperaturach magmatycznych, dwutlenek węgla zostałby wyparty przez krzemionkę (SiO_2), a przebieg reakcji byłby odwrotny. Na powierzchni ziemi z krzemianu wapniowego tworzy się węglan wapniowy, a krzemionka wydziela się w stanie wolnym.



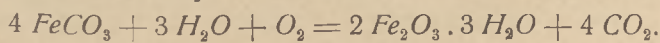
Proces karbonizacji jest powszechną reakcją geologiczną i odbywa się wszędzie tam, gdzie ulegają rozkładowi krzemiany alkaliczne lub ziemnoalkaliczne.

Procesowi oksydacji podlegają metale ciężkie (miedź, żelazo) lub ich związki, zawierające metal w niższym stopniu utlenienia. Takie są liczne związki żelazawe, które przechodzą we wtórne minerały żelazowe, t. j. wyżej utlenione. Najprostszy przykład utleniania się mamy w magnetycie (Fe_3O_4), który, przybierając tlen, zamienia się na hematyt (Fe_2O_3). Hematyt jest w tym przypadku minerałem wtórnym względem magnetytu.

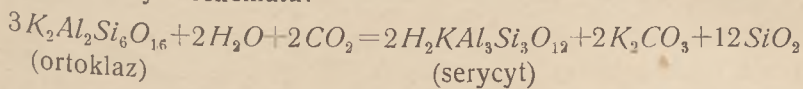
Hydratyzacja jest bardzo ważną i szeroko rozpowszechnioną reakcją powierzchniową litosfery. Ogromna większość minerałów wtórnych należy do związków, zawierających w składzie swym elementy wody. Minerały wtórne, na powierzchni ziemi powstające, wiążą statecznie wodę, wytrącając ją niejako z kolistego obiegu między hydrosferą i atmosferą, a łącząc z litosferą.

W rzadkich tylko przypadkach hydratyzacja polega na prostym przyłączeniu do związku pierwotnie bezwodnego jednej lub kilku cząsteczek wody. Np., bezwodny minerał złóż solnych, anhydryt ($CaSO_4$), przybierając z otoczenia dwie cząsteczki wody, przechodzi w gips ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$); podobnie bezwodny hematyt (Fe_2O_3) przeistacza się we wtórny wodzian żelazowy, czyli minerał limonit ($2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$). Daleko częściej hydratyzacja odbywa się współcześnie z procesem karbonizacji, o czym przekonamy się niżej.

Wymienione trzy procesy odznaczają się powszechnością: obejmują całą powierzchnię kuli ziemskiej. Odwrotne im reakcje (dekarbonizacja, redukcja i dehydratacja) odbywają się tu wyjątkowo i nie posiadają większego znaczenia geologicznego, np. redukcja siarczanów na siarczki pod wpływem ciał organicznych lub dehydratacja pod wpływem wybuchów wulkanicznych i pożarów podziemnych. Dekarbonizacja na nieco większą skalę może zachodzić tylko w tym przypadku, kiedy, węglanem jest sól metalu ciężkiego, zdolnego do oksydacji wyższej. Przypadek taki zachodzi np. z syderitem ($FeCO_3$), przeobrażającym się pod wpływem tlenu i wody na limonit:



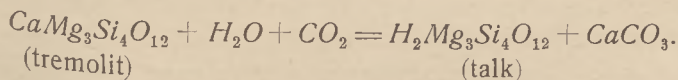
Powstaje wówczas minerał mikowy droбноłuskowy, zwany *serycytem*, w myśl schematu:



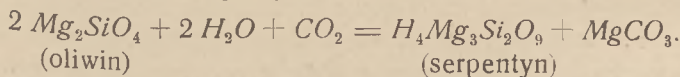
W serycyty zachowała się zatem jedna trzecia potasu, zawartego pierwotnie w ortoklazie. I serycyt jest minerałem mocno rozpowszechnionym, jakkolwiek mniej, niż podobny doń z pozoru kaolin.

Minerały barwne, zawierające w składzie swoim dużo ziem alkalicznych i żelaza a uważane zwykle za metakrzemiany typu $RSiO_3$, do których należą liczne i szeroko rozpowszechnione pirokseny i amfibole, są również związkami niestałymi na powierzchni ziemi. Pod wpływem atmosferyjów mogą one przeobrażać się w minerały wtórne takie, jak chloryt, talk, granat i inne. Najpospolitszym z nich jest niewątpliwie chloryt. Ze względu na skomplikowany i dość chwiejny skład chemiczny zarówno chlorytu, jak i owych pierwotnych piroksenów i amfiboli, które dają mu początek, powiemy tylko ogólnie, że proces *chlorytyzacji* polega na powstawaniu „nowotworu“, t. j. chlorytu, będącego wodnym krzemianem magnezu, żelaza i glinu, i na doszczętnem wylugowaniu z minerału pierwotnego wapnia i alkaliów (w formie węglanów), a częściowem — także żelaza, manganu (w formie węglanów lub wodzianów) i krzemionki.

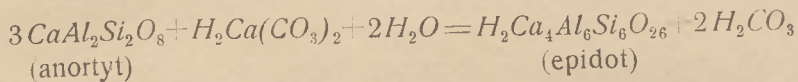
Powstawanie talku z niektórych rodzajów amfiboli, np. z tremolitu, da się natomiast przedstawić w postaci prostego i jasnego schematu:



Istota wszystkich tych procesów wtórnych, jak widzimy, zawsze prawie polega na hydratytacji i karbonizacji. Nieinaczej rzecz ma się także i z t. zw. *serpentyzacji*, t. j. przechodzeniem minerałów pierwotnych z grupy oliwinu (ortokrzemiany typu R_2SiO_4) we wtórny serpentyn:



Ta ogólna zasada komplikuje się nieco w rzadkich tylko przypadkach, kiedy obok czynników tak pospolitych, jak woda i dwutlenek węgla, musimy wziąć pod uwagę jeszcze działanie rozpuszczonych w nich soli, np. dwuwęglanów. Tym sposobem objaśniamy powstawanie wtórnego epidotu z minerałów skaleniowych:



W przykładach powyższych uwzględniliśmy najważniejsze minerały wtórne, których powstawanie jest wynikiem oddziaływania atmosfery na litosferę. Rzecz naturalna, takich pochodnych minerałów jest znacznie więcej. Nie chodzi tu nam jednak o wyczerpanie kompletnej ich listy, lecz tylko o podkreślenie charakterystycznych momentów ich genezy. Ale jakie są dowody tego, że ciała, o których mowa, w ten, a nie inny powstają sposób? Dowodów niewątpliwych i przekonywających dostarcza przedewszystkiem współczesna petrografia. Rozległe badania mikroskopowe, oparte na ścisłych metodach optycznych, stwierdzają ponad wszelką wątpliwość, że wszystkie skały krzemianowe, będące kośćcem w budowie skorupy ziemskiej, po dłuższym zetknięciu się z atmosferą tracą swoją pierwotną, magmatyczną „świeżość” — wietrzeją. Objawia się to w tem, że części składowe owych skał (minerały skałotwórcze) tracą właściwą im jednorodność i przezroczystość, zamieniając się stopniowo na agregaty nowotworów, które, niby pasorzyty, rozrastają się kosztem swego gospodarza. Wprawne oko badacza, uzbrojone w tak potężne narzędzie, jakim jest dzisiejszy mikroskop mineralogiczny, zdola w najpierwszych nawet stadjach tych przeobrażeń dostrzec i oznaczyć te nowopowstające substancje, które ową niejednorodność lub zmętnienie powodują. A więc w skaleniach dostrzeże on drobne szypułki lub łuski kaolinu i serycytu, w piroksenach, amfibolach lub biotycie — zielone włókna chlorytu, w oliwinie — pęczlice charakterystyczne serpentynu, obejmujące „oka” świeżego jeszcze oliwinu. W dalszych stadjach procesu może nastąpić całkowite wypełnienie ciała gospodarza przez substancję pasorzytniczą — i wówczas przeobrażenie minerału pierwotnego na wtórny jest dokonane. Doświadczenie poucza przytem, że stopień zwię-

trzenia pozostaje w prostym stosunku do wieku skały i długości oddziaływania na nią czynników atmosferycznych, w odwrotnym zaś — do głębokości, tak, iż ta sama skała w głębszych poziomach składa się z minerałów naogół lepiej zachowanych, niż na powierzchni. Wszystko to dowodzi, że proces wietrzenia chemicznego, czyli powstawanie minerałów wtórnych, jest ciągly i funkcjonalnie zależny od czasu, owego potężnego czynnika geologicznego, którego nigdy nie trzeba spuszczać z oka przy rozważaniu przemian świata mineralnego.

Dalszym dowodem prawdziwości podanego przez nas tłumaczenia genezy minerałów wtórnych są t. zw. *pseudomorfozy*, czyli „kryształ fałszywe“. Tak nazywamy kryształ, których forma jest pierwotna a treść — wtórna. Są one wynikiem powolnego przeobrażania się substancji, zachowującej jednak pierwotną swoją postać. Forma dokumentuje punkt wyjścia procesu, treść — jego ostateczny wynik. Jeżeli mamy do czynienia z wielościannem naturalnym, przypominającym dokładnie zarówno rozwartością krawędzi, jak i ogólnym pokrojem, kryształ ortoklazu, lecz przedstawiającym rozluźniony agregat białych mącznystych cząsteczek o składzie chemicznym kaolinu, którego kryształ jednorodny i pierwotny zgoła odmienne posiadają kształty, to z całą pewnością możemy przypisać temu agregatowi pochodzenie wtórne z ortoklazu. Mamy tu ostatnie stadium procesu kaolinizacji; stądja pierwsze rozpoznajemy, studjując pod mikroskopem skały krystaliczne niedość jeszcze zwietrzałe. Stronę chemiczną tej przemiany poznaliśmy już wyżej (str. 82). Podobnie pseudomorfozy chlorytu po piroksenie lub amfibolu świadczą nam o dokonanej akcie chlorytyzacji, jego zaczątki i fazy pośrednie znowu nam unaocznia mikroskop w skałach odpowiednich. Kryształ fałszywy serpentynu po oliwinie stanowią *corpus delicti* w procesie serpentynizacji, którego stopniowość i istotę chemiczną znamy z poprzedniego, i t. d.

Poza temi przykładami, odnoszącymi się do procesów powszechnego znaczenia geologicznego, godzi się tu wspomnieć jeszcze o pseudomorfozach, w sposób bardzo wymowny ilustrujących swoisty charakter przemian mineralnych wogóle. Zdarzają się mianowicie takie kryształ fałszywe, których substancja, wbrew

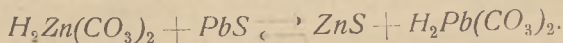
przykładom wyżej wymienionym, nie ma nic wspólnego z treścią ich pierwotną, ta bowiem została całkowicie wyparta i zastąpiona przez substancję późniejszą. Typowy przykład tego rodzaju radykalnych przemian mamy w pseudomorfozach limonitu po kalcycie. Objaśniamy tę przemianę zwykle w ten sposób, że rozkładamy ją na dwie fazy: 1) dwuwęglan żelazawy wypiera bardziej rozpuszczalny związek analogiczny wapniowy, tak, iż tworzy się z biegiem czasu pseudomorfoza syderytu po kalcycie; 2) syderyt znanym sposobem zamienia się w limonit (ob. wyżej). W dawnej formie węglanu wapniowego osiada zatem wodzian żelazowy, który substancjonalnie ani morfologicznie nic nie ma z nim wspólnego. To ryczałtowe wypieranie jednej substancji przez drugą bywa bardziej jeszcze uderzające w tych przypadkach, kiedy minerał wtórny jest bezwodny i oporny zarówno pod względem chemicznym, jak fizycznym. Klasycznym przykładem takich, na pierwszy rzut oka nieprawdopodobnych, przemian mineralnych są np. pseudomorfozy kwarcu po kalcycie. Geneza tego zjawiska zdaje się polegać na działaniu roztworu krzemionki na węglan wapniowy, strącający dwutlenek krzemu i przechodzący jednocześnie do roztworu. Jeszcze dziwniejszą wydaje się nam przemiana, której wynikiem są pseudomorfozy talku po kwarcu, a która stwierdza, że twarda i oporna substancja dwutlenku krzemu została wyparta przez miękką i mniej oporną substancję wodnego ortokrzemianu magnezowego. Jest to fakt, który musimy przyjąć bez zastrzeżeń, jakkolwiek chemiczna i fizyczna strona tego procesu nastęrcza duże, dziś prawie niepokonane trudności. Nie znamy bowiem ani atomistyki tej reakcji, ani nie wyobrażamy sobie dokładnie mechaniki wypierania jednej trudno rozpuszczalnej substancji przez drugą, zwłaszcza że to wypieranie odbywa się od zewnątrz ku środkowi. Wiemy tylko z doświadczenia, że substancja wypierająca (wtórna) bywa zwykle rozluźniona lub porowata, co daje możliwość wnikania roztworu atakującego aż w sam środek kryształu pierwotnego. Ale chociaż te i tym podobne zjawiska (np. powstawanie niektórych skamieniałości) nie zostały jeszcze dokładnie poznane w swych poszczególnych stadiach, lecz tylko w początkowym i końcowym, to jednak mają one olbrzymie znacze-

nie dla wyrobienia jakościowego przynajmniej sądu o drogach, któremi osiąga się w świecie minerałów równowaga ciał w warunkach fizyczno-chemicznych, danych na powierzchni litosfery. Zwłaszcza teoria metamorfizmu w szerokim słowa tego znaczeniu, będąca przedmiotem petrografji (ob. niżej), znajduje w tych pojedynczych, lecz niewątpliwych faktach wskazówki drogocenne.

5. *Minerały wtórne złóż kruszcowych.* Bardzo pouczające są spostrzeżenia, poczynione nad powstawaniem minerałów wtórnych w złożach kruszcowych. Dzięki robotom górniczym, pogłębianym niejednokrotnie do 1000 i więcej metrów, przekonano się o statecznem przeobrażaniu się minerałów kruszcowych, poczynając od pewnego poziomu w górę. Poziom ten, z natury rzeczy zmienny i zależny od miejscowości, jest zasięgiem działania czynników atmosferycznych na złożę kruszcowe. Wody atmosferyczne, zaopatrzone w bezwodnik węglowy i tlen, docierając do pokładu, atakują jego części kruszcowe, będące w tych nowych dla nich warunkach związkami nietrwałymi i dążące do stworzenia układu ciał nowego, bardziej zrównoważonego. Ten może być osiągnięty tylko przez to, że—w przypadku najpospolitszym—z siarczków powstaną tlenki i węglany lub, wogóle, sole tlenowe odpowiednich metali, z arsenków — arseniany obok tlenków, i t. d. Jeżeli pokładem kruszcowym jest żyła o przebiegu mniej lub więcej stromym, to górna jej część, powyżej poziomu niezmiennego, przeobraża się w sposób charakterystyczny i już dla oka gołego widoczny. Oto zjada ją poprostu rdza, przejmująca całą treść żyły i barwiąca ją na kolor żółto-brunatny. Stąd pochodzi nazwa górnicza „czapy żelaznej“, nadawana takiej przejętej tlenkami żelaza górnej części żyły. Rzecz naturalna, ziemisty zwykle żelaziak brunatny i inne wodziany żelaza pochodzą z obecnych niemal wszędzie iskrzyków żelaznych. Wydzielająca się przytem utleniona siarka może dać początek gipsowi lub zasadowym siarczanom żelaza, zwykle jednak przez wody wypłókiwanym. W tej masie żelazistej znajdujemy dalej całą kolekcję innych minerałów wtórnych, których jakość zależy od treści chemicznej złoża żyłowego. I tak, w przypadku złóż miedziowych mamy tu malachit, azuryt, kupryt, rzadziej chryzokolę—wszystkie

powstające z siarczków i siarkosoli miedziowych; w przypadku żył ołowiano-cynkowych—cerusyt, anglezyt, smithsonit, hemimorfyt (pochodne galeny i blendy); żyły arsenowe, zawierające np. dwuarsenki kobaltu i niklu, wydadzą w „czapie żelaznej“ obok arseniku (tlenku arsenowego) jeszcze różowy kwiat kobaltowy (erytryn, wodny ortoarsenian kobaltu) lub zielony kwiat nikłowy (annabergit, wodny ortoarsenian niklu) i t. p. Od tej powszechnej reguły odbiegają nieco minerały wtórne żył srebronośnych, które, zwłaszcza w złożach meksykańskich i południowo-amerykańskich, najczęściej są reprezentowane przez solowce (chlorek, bromek lub jodek srebra). Pierwiastki chlorowców zostały tu do złóż spłótkane przez wodę (w formie odpowiednich soli) i, reagując z siarczkami lub siarkosolami srebra, dały nierozpuszczalne chlorki, bromki i jodki. Rzadziej na liście minerałów wtórnych figuruje zredukowane srebro rodzime. Samo przez się rozumie się, że żyły mieszane, np. srebrno-miedziane lub srebrno-ołwiane i t. p., dają w czapie żelaznej mieszane minerały wtórne. Ogólnie rzecz biorąc, mamy i tu do czynienia głównie z procesami oksydacji, karbonizacji i hydratyzacji.

Trzeba jednak podnieść, że w złożach kruszcowych poniżej poziomu utlenionego mogą powstawać i *wtórne siarczki*, jeżeli roztwory, przesiąkające przez rozluźnioną „czapę żelazną“, dotrą do niezmiennionych jeszcze pierwotnych minerałów kruszcowych. W ten sposób rozczyń np. dwuwęglanu cynkowego, spotkawszy się z galeną, da przez podwójną wymianę wtórny siarczek cynku (blendę) i rozpuszczalny dwuwęglan ołowiu (cerusyt), lub odwrotnie:



Łatwo sobie wyobrazić, że ta i tej podobne reakcje, prowadzące do *regeneracji* siarczków, mogą w danym złożu powtarzać się wielokrotnie i powodować t. zw. *wtórną koncentrację* kruszców.

6. *Minerały pochodzenia organicznego.* Na powierzchni ziemi, przeważnie w obrębie hydrosfery, odbywają się jeszcze doniosłego znaczenia procesy minerogeniczne, ściśle związane z pewnymi czynnościami życiowymi zwierząt i roślin. Chodzi

tu przede wszystkim o te akty fizjologiczne, których wynikiem jest wydzielanie się w formie stałej soli, przyswajanych przez ustroje organiczne z wody morskiej. Wiadomo powszechnie, że liczne zwierzęta morskie, zwłaszcza z grupy jamochłonnych (koralce) i mięczaków (głównogi, małże, ślimaki i t. p.), wytwarzają szkielety ochronne, złożone z węglanu wapniowego pobranego z wody morskiej, która zawiera chlorek wapniowy. Ponieważ niektóre z nich, mianowicie koralce, żyją gromadnie i są stale przytwierdzone do swych pancerzy, przeto, rozrastając się na sobie w długim szeregu wieków, wytwarzają całe rafy koralowe, tak charakterystyczne dla krajów o klimacie gorącym. Rafa żyje życiem swoistem i wielce urozmaiconem, dopóki zachowane są niezbędne ku temu warunki fizyczne: odpowiednia ciepłota i głębokość morza, przyjazne prądy i t. p. Gdy tych warunków zbraknie, gdy np. poziom morza zanadto podniesie się lub obniży, albo gdy klimat — w geologicznej serji wydarzeń — oziębi się zbyt, rafa obumiera częściowo lub całkowicie i, w tym ostatnim przypadku, staje się własnością państwa minerałów, z biosfery przechodzi w litosferę i podlega rządzącym nią prawom. A więc — że podkreślimy najważniejsze tylko momenty ewolucyjne — kipiel morska kruszy ją i miele, wody aktywne po ustąpieniu morza nagryzają i przekryształizowują, a ciśnienie górotwórcze wraz z podniesioną ciepłotą dokonywają dzieła mineralizacji, gdy ten wytwór życia zwierzęcego na skutek procesów tektonicznych dostanie się wgłąb ziemi... Dawna rafa, skutkiem ruchów górotwórczych wydzwignięta znów na powierzchnię ziemi, przybrać może ustrój ziarnisty marmuru. Poszczególne jego ziarna są już minerałem — kalcytem lub dolomitem — i tylko tu i owdzie przechowane szczątki dawnych kielichów koralowych świadczą o organicznym pochodzeniu całego utworu.

Węglan wapniowy z wody morskiej strącają także pewne gatunki wodorostów, zwanych litotamnjami. Żyją one gromadnie i wydzielają ochronny szkielet wapienny, co przez wiekowe trwanie tego procesu prowadzić może do wytwarzania raf rozległych, które, w drodze przemian analogicznych do wyżej podkreślonych, dać mogą początek skale wapiennej. Nazywamy ją wapieniem *fitogenicznym* (pochodzenia roślinnego) w przeciwstawie-

niu do wapieni *zoogenicznych*, będących pochodniami np. raf koralowych.

Skały wapienne, złożone przeważnie z kalcytu (węglanu wapniowego) mogą także powstawać przez nagromadzenie się szkieletów wapiennych po obumarłych zwierzętach morskich, przeważnie mięczakach i jamochłonnych. Fale morskie znoszą je i składają na wybrzeżach, tworząc podłużne ławice pokruszonych i startych przez kipieli wodną okruszków wapiennych (muszli, pancerzy i t. p.). Dalsza ich ewolucja w kierunku mineralizacji nie różni się zasadniczo od tej, jaką przechodzą rafy koralowe. Na tej drodze wytwarzają się olbrzymie ilości węglanu wapniowego. Jest rzecz powszechnie znana, że także pokłady kredy niczem innym w istocie nie są, jak nagromadzeniem mikroskopowych skorupek otwornicowych i innych.

Węglan wapniowy, zestalony w formie raf koralowych, może pod wpływem soli magnezowych, zawartych w wodzie morskiej, przeistaczać się stopniowo w dolomit, będący solą podwójną węglanu wapniowego i magnezowego ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$). Ważna ta reakcja może z biegiem czasu doprowadzić do powstawania skał dolomitowych szeroko niekiedy rozpowszechnionych (ob. niżej, Wstęp do petrografji).

Ale nietylko z wody morskiej wydziela się węglan wapniowy za sprawą organizmów zwierzęcych i roślinnych. W wielu miejscach źródła mineralne wynoszą na powierzchnię znaczne ilości rozpuszczonego dwuwęglanu wapniowego. Roślinność tych źródeł (mchy, wodorosty), asymilując dwutlenek węgla, ułatwia wydzielenie się węglanu wapniowego, który na nich osiada, tworząc porowatą i dziurkowatą masę nawaru, zwanego martwicą wapienną.

Prócz węglanu wapniowego, który w tej kategorii ciał dominującą odgrywa rolę, litosfera zawdzięcza biosferze powstawanie wielu innych jeszcze swych części składowych. I tak np., niektóre minerały i skały krzemionkowe nieinaczej mogły powstać, jak tylko na drodze organicznej. Ziemia okrzemkowa (łupki szlifierski i t. p.) jest agregatem drobnitkich a misternych pancerzyków roślin jednokomórkowych, t. zw. okrzemek (diatomów); kongrecje krzemienne, napotykanne w niektórych wapie-

niach, pokłady rogowca i t. p. początek swój zawdzięczają szkietom gąbek, radjolaryj i innych zwierząt. Tak cenne pokłady fosforytów są niekiedy przeobrażeniami resztkami kości i ekskrementów zwierzęcych. Nawet niektóre minerały kruszcowe, jak rudy żelazne (darniowe i jeziorowe) oraz piryty, siarka, mogą w pewnych razach powstawać przez oddziaływanie substancyj organicznych lub mikroorganizmów. Pochodzenie węgla kamiennego i torfu ze zbutwiełego drzewa i roślin bagiennych jest faktem powszechnie znanym.

Z uwag powyższych wynika, że życie organiczne, rozwijające się na powierzchni litosfery, w sposób bardzo wydatny i znamienny oddziaływa na przebieg procesów minerogenicznych, co niezawsze bywa należycie oceniane.

DOŚWIADCZENIA SYNTETYCZNE A GENEZA MINERAŁÓW.

Powyżej rozważyliśmy główne znamiona zespołów mineralnych, zjednoczonych wspólnością powstawania. Były to minerały pochodzenia ogniowego, wodnego, hydrotermalnego, wtórnego i organicznego. Każda z tych grup genetycznych obejmuje ciała dość rozmaite pod względem chemicznym. Mogliśmy jednak przekonać się, że żadna z nich nie odznacza się przytem wyłączością substancjonalną, t. j., że jeden i ten sam związek mineralny może powtarzać się w rozmaitych gromadach genetycznych. Np., dwutlenek krzemu może figurować wśród minerałów pirogenicznych (jako kwarc β) i wśród minerałów hydrotermalnych lub wtórnych (jako kwarc α). Węglan wapniowy, będący najczęściej typowym minerałem pochodzenia organicznego, wodnego lub wtórnego, może jednak wyjątkowo znaleźć się w otoczeniu pierwotnie-pirogenicznem. Podobnie analcym — w zasadzie charakterystyczny dzeolit hydrotermalny i wtórny — występuje niekiedy w warunkach, które każą zaliczać go także do minerałów pochodzenia ogniowego (analcym w świeżych bazaltach). Albit zdarza się nierzadko w paragenezie z minerałami hydrotermalnemi lub wtórnemi, będąc zwykle pierwotnym składnikiem skał wybuchowych. I tak dalej. Stąd wynika, że geneza minerału zależy nietylę od charakteru jego substancji, co raczej od

każdorazowych warunków fizycznych powstawania. Warunki te ustalamy zgrubsza, studując sposób występowania minerałów w przyrodzie, morfologję osobników, strukturę zespołów, stosunki paragenetyczne, własności mikroskopowe i t. p. Ale tego rodzaju spostrzeżenia niezawsze mogą w sposób dostatecznie ścisły oznaczyć rodzaj genezy minerałów. Historia mineralogji poucza, że, opierając się li tylko na występowaniu geologicznem, spierano się przez długie lata o genezę takich zespołów mineralnych, które dziś nie przedstawiają pod tym względem żadnych wątpliwości (słynna walka neptunistów i plutonistów o pochodzenie bazaltu i in. w końcu XVIII i w pierwszej połowie wieku XIX). Ale pewność tę uzyskaliśmy dopiero na drodze eksperymentalnej z chwilą, kiedy mineralogja z nauki ściśle opisowej zaczęła przekształcać się w dyscyplinę doświadczalną. Dopiero ściśle i dające się dowolnie powtarzać i kontrolować doświadczenia laboratoryjne usunęły w wielu razach wątpliwości, napotykanę w tłumaczeniu genezy rozmaitych składników litosfery. Dzisiejsza mineralogja stanęła na tem stanowisku, że uważa minerał za dostatecznie poznany i genetycznie zdefiniowany wówczas dopiero, kiedy zdoła go odtwarzać, t. j. syntezować w warunkach dokładnie oznaczonych i analogicznych do tych, w jakich go wydaje sama przyroda.

Poniżej postaramy się podać w krótkości wyniki syntezy mineralnej w odniesieniu do wyróżnionych przez nas genetycznych grup minerałów (porówn. str. 64—88).

1. *Minerały pochodzenia ogniowego*, do których należą przeważnie krzemiany, glinokrzemiany i tlenki krzemu, żelaza, tytanu i n. i., powstają w temperaturach podniesionych i są, jak powszechnie przyjmujemy, wynikiem krystalizacji magmy. Doświadczalne stwierdzenie tego niemal oczywistego założenia zostało dokonane jednak tylko połowicznie. Pewna tylko część krzemianów skałotwórczych, mianowicie ortokrzemiany (oliwiny) i niektóre metakrzemiany (pirokseny), da się odtwarzać bezpośrednio przez topienie składających je pierwiastków (tlenków) w odpowiedniej temperaturze. Podobnie nie wszystkie glinokrzemiany zostały syntetycznie otrzymane na drodze bezpośredniego topienia części

składowych. Jeżeli ogólny wzór glinokrzemianów przedstawimy w postaci: $Me_2Al_2Si_nO_{2n+4}$, gdzie $Me_2 = K_2, Na_2, Ca...$ a $n = 2, 3, 4, 5, 6...$, to dotychczas udało się otrzymać syntetycznie tylko te ogniwa szeregu, w których znaczenie na n nie przekracza 4. Natomiast zbiorowe wysiłki licznych badaczy, skierowane ku odtworzeniu w warunkach krystalizującej się magmy minerałów tak ważnych, jak amfibole, pokrewne chemicznie piroksenom, jak glinokrzemiany, w których n jest większe od 4, wreszcie, co najważniejsza, próby, zdążające do odtworzenia kwarcu, pozostały do dziś dnia bez dodatniego wyniku. Jak wytłumaczyć te niepowodzenia?

Co się tyczy naprzód amfiboli, to mieszanina, odpowiadająca ich składowi, zastyga po stopieniu w postaci piroksenu. Zwykle utrzymuje się, że amfibole są tylko osobną odmianą morfologiczną piroksenów i że w warunkach bezpośredniego topienia trwałą modyfikację stanowią pirokseny. Jednakowoż dokładniejsze badania grupy minerałów amfibolowych dowodzą, że różnią się one od piroksenów w sposób bardziej zasadniczy, substancjonalny, wykazując w składzie swoim stateczną zawartość elementów wody (hydroksyl) i fluoru (niekiedy 1 — 3%). Przyczyna niepowodzeń syntetycznych zdaje się zatem leżeć w braku tych pierwiastków, które ulatniają się, zanim mieszanina stopi się, i które możnaby w niej zatrzymać tylko przez odpowiednie ciśnienie. Obecność w mieszaninie wody i fluoru obniżyłaby niewątpliwie także jej punkt topliwości, co, jak mniemamy, jest warunkiem nieodzownym krystalizacji amfibolu. Ale tego rodzaju doświadczenia, wymagające wysokich temperatur i wysokiego ciśnienia, wiążą się z wielkimi trudnościami technicznymi, których dotychczas nie udało się pokonać. Wobec tego kwestję powstawania amfiboli w magmie musimy uważać za nierozstrzygniętą, pomimo znanej syntezy Chruszczowa i najnowszych studjów badaczy amerykańskich.

Wątpliwe są również warunki powstawania trzech najważniejszych minerałów skałotwórczych: ortoklazu ($K_2Al_2Si_6O_{16}$), albitu ($Na_2Al_2Si_6O_{16}$) i kwarcu (SiO_2). Przez bezpośrednie topienie ich części składowych i następnę ogrzewanie w temperaturze nieco poniżej punktu topliwości otrzymuje się zwykle czyste szkło.

Objaśniamy to wielką lepkością i gęstością stopów tych ciał i wysoką ich skłonnością do przechładzania się. Co się tyczy w szczególności kwarcu, to niemożność otrzymania jego kryształów przez topienie dwutlenku krzemowego pochodzi przede wszystkim stąd, że punkt topliwości krzemionki (około 1500°) leży znacznie powyżej tej temperatury, w której kwarc może powstawać (ob. str. 43). Ze stopu wydzielić się zatem mogą raczej inne modyfikacje krzemionki krystalicznej, np. trydymit i krystobalit, które istnieć mogą w obszarze temperatur od 800° do 1470°. Natomiast wszystkie trzy ciała, o których mowa, dają się łatwo reprodukowac w kryształach im właściwych, skoro topić będziemy ich części składowe nie bezpośrednio, lecz w nadmiarze topnika, obcego im chemicznie. Dowiódł tego po raz pierwszy Hautefeuille (1877), używając, jako topnika, wolframianu sodowego lub potasowego. Kryształy albitu tworzą się w temperaturze 900°—1000° C., kwarcu—w temp. 750°—850° C. i t. p. Następnie przekonano się, że dodatek, choćby niewielki, kwasu wolframowego (WO_3) do stopu, odpowiadającego składem swym granitowi, pobudza powstawanie w nim trzech głównych składników granitu: kwarcu, ortoklazu i biotyту (Morozewicz, 1897). Te i tym podobne doświadczenia wskazują, że obecność topnika, w danym razie WO_3 , jest potrzebna, ażeby ciała, same przez się tak bezwładne, pobudzić do krystalizacji. Stąd topniki takie, obniżające punkt topliwości mieszaniny i sprzyjające zestalaniu się jej w stanie krystalicznym, nazwano „mineralizatorami“. Ale czy te doświadczenia wyjaśniają nam w dostatecznym stopniu sposób wydzielenia się omawianych minerałów z magmy? Magma topnika wolframowego nie zawiera, lecz obecne w niej są ciała lotne, jak woda, fluor i t. p., które mogą w niej odgrywać rolę mineralizatorów. Jest to jednak tylko hipoteza, której zbywa jeszcze na niezbędnem poparciu i udowodnieniu eksperymentalnem. I dlatego to kwestja genezy trzech minerałów wymienionych, a także wiążąca się z nią ściśle geneza granitu i wogóle skał, zawierających wolną krzemionkę w postaci kwarcu, nie przestaje być od kilkudziesięciu lat jednym z najbardziej aktualnych i ważnych zagadnień mineralogiczno-petrograficznych. Jest ono tem więcej uderzające, że bardzo pokrewne minerały skaleniowe (plagjoklasy, skaleniowce)

i złożone z nich skały (np. bazalty i in.) nie nastęrczają tak nieprzewycięzonych trudności doświadczalnych i dają się z zadowalniającym wynikiem syntezować przez bezpośrednie topienie ich części składowych (bez mineralizatorów), jak to wykazali w swoim czasie Michel-Lévy, Fouqué i inni.

Co się tyczy minerałów, którym przypisujemy pochodzenie pneumatolityczne, to zostały one po większej części opracowane pod względem doświadczalnym dość dokładnie. Pomijając najprostsze sublimaty siarki, realgaru, salmiaku i t. p., których otrzymanie należy do najłatwiejszych doświadczeń syntezy mineralnej, wspomnimy tu o tem, że około 100 lat temu Gay-Lussac otrzymał już krystaliczny tlenek żelazowy (wulkaniczny błyszcz żelaza), działając na ogrzany chlorek żelazowy parami wody, i że Daubrée w podobny sposób wyjaśnił później (około r. 1850) powstawanie złóż cynowych. Otrzymał on mianowicie przez podwójną wymianę między chlorkami a wodą nietylko krystaliczny dwutlenek cyny (SnO_2) i kwarc (SiO_2), ale także apatyt, przepuszczając nad rozgrzany do czerwoności wapnem (CaO) strumień lotnego pięciochloru fosforu (PCl_5), a dalej — związek, zbliżony do topazu, działając fluorkiem krzemowym (SiF_4) na glinę (Al_2O_3) w temperaturze podniesionej. Z drugiej strony Durocher dowiódł jednocześnie, że na drodze sublimacyjnej można otrzymać w stanie krystalicznym cały szereg minerałów kruszcowych i to nietylko siarczków pojedynczych, jak galena (PbS), chalkozyn (Cu_2S), argentyt (Ag_2S), cynober (HgS), piryt (FeS_2), antymonit (Sb_2S_3)..., lecz i bardziej złożonych, jak prustyt (Ag_3AsS_3), pirargiryt (Ag_3SbS_3) i inne, reagując siarkowodorem na lotne chlorki metaliczne, np. $PbCl_2 + H_2S = PbS + 2HCl$, i t. p. Nie bez znaczenia dla teorii pneumatolizy są także doświadczenia H. Sainte-Claire Devilla, który udowodnił, że ciała bezpostaciowe, np. bezpostaciowy dwutlenek cyny lub tlenek żelazowy, pod wpływem działającego na nie gazu (mineralizatora), np. chlorowodoru, w temp. podniesionej może przekształcać się na fazę krystaliczną kasytyrytu lub hematytu.

Gęste natomiast mroki przesłaniają nam dotychczas powstawanie większej części minerałów kontaktowych. Uważamy je za wynik oddziaływania rozgrzanej magmy na otaczające ją skały

osadowe. Ale zbywa nam prawie całkowicie na doświadczalnym udowodnieniu tej tezy. Minerale tak ciekawe i ważne, jak granat, turmalin, epidot, weszujany i t. p., opierają się, jak dotychczas, wszelkim usiłowaniom syntetycznym. Zda się nie ulegać wątpliwości, że w genezie ich ważną rolę odgrywa prawo chemicznego działania mas, że taki granat wapienno-glinowy lub weszujan powstają w środowisku mocno wapnistem, ale żaden syntetyk nie wpadł dotychczas na pomysł doświadczalnego zrealizowania tych warunków.

2. *Minerale pochodzenia wodnego.* Minerale solne, chlorki i siarczany alkaliczne i ziemnoalkaliczne, rozpuszczalne w wodzie, należą do ciał, dających się najłatwiej odtwarzać sztucznie w warunkach ich występowania geologicznego. Odnosi się to nie tylko do poszczególnych składników złożeń solnych, ale także do ich zespołu, którego krystalizacja z punktu widzenia fizyczno-chemicznego została szczegółowo opracowana przez Van't Hoffa i jego szkołę (ob. niżej, „Wstęp do petrografji“). Kolejność wydzielania się poszczególnych związków z parującej wody morskiej i ich parageneza zależy od ich pierwotnej koncentracji, od wzajemnej rozpuszczalności i temperatury zestalania się. Warunki krystalizacji węglanów ziem alkalicznych z roztworów wodnych, nasyconych dwutlenkiem węgla, zostały również poznane; sprawdzają się one do większej rozpuszczalności dwuwęglanów, które, rozkładając się pod zmniejszonym ciśnieniem i pozbawiając się wolnego bezwodnika węglowego, wydzielają się muszą w stałej formie węglanu (np. $CaCO_3$).

Z punktu widzenia morfologicznego interesująco przedstawia się kwestja zmienności pokroju kryształów. Doświadczenia, poczynione na minerałach solnych i węglanach, pouczają, że ta zmienność wyglądu kryształów danego ciała zależy od warunków jego krystalizacji, a w szczególności od domieszek ciał obcych, obecnych w roztworze. Przekonano się mianowicie, że sól kamienna ($NaCl$) lub kalcyt ($CaCO_3$) wydzielają się z czystych roztworów wodnych w formie pojedynczego sześciangu lub romboedru. Dodatek do roztworu chlorków metali ciężkich w pierwszym przypadku, a dwuwęglanów — w drugim, sprawia, że chlorek sodu przybiera rozmaite

inne postaci, możliwe w jego klasie, a węglan wapniowy, prócz ścian romboedrycznych, pokrywa się jeszcze ścianami skalenoedrycznymi i innymi, wogóle wykazuje kombinacje bardziej złożone, napotykaną w żyłach kruszcowych. Te i tym podobne doświadczenia wyjaśniają nam zmienność pokroju morfologicznego nie tylko minerałów pochodzenia wodnego, lecz także — przez analogję — i innych grup mineralnych, których odtwarzanie syntetyczne nie jest tak łatwo dostępne.

Minerały hydrotermalne, których tworzenia się w przyrodzie bezpośrednio nie możemy obserwować, są objektem o wiele trudniejszym pod względem syntetycznym, niż minerały pochodzenia wodnego w zwykłym słowa tego znaczeniu. Pospolicie twierdzimy, że powstają one z roztworów wodnych w temperaturze podniesionej w przestrzeniach zamkniętych, np. żyłach. W ich genezie bierze zatem udział, prócz składu chemicznego i temperatury, drugi jeszcze czynnik fizyczny — ciśnienie. Wyżej podaliśmy, że temperatura roztworów hydrotermalnych nie przekracza 300° — 400° C. Zadaniem syntezy mineralnej jest odtwarzanie sztuczne minerałów żyłowych w warunkach zakładanych przez teorię hydrotermalną.

Pierwsze syntezy, tyżące się minerałów kruszcowych, zawdzięczamy S é n a r m o n t o w i (ok. r. 1850). Wychodząc z założenia, że do najpospolitszych ciał, krążących w szczelinach podziemnych, należą dwutlenek węgla (CO_2) i siarkowodór (H_2S) lub odpowiadające im sole alkaliczne, S é n a r m o n t zamykał ich roztwory wodne wraz z substancjami minerałów kruszcowych w naczyniach szklanych i ogrzewał je przez dłuższy czas w temperaturach, nie przekraczających 100° — 300° C. W tych warunkach otrzymał on np. kryształki realgaru (AsS), ogrzewając proszek siarczku arsenu z roztworem dwuwęglanu sodowego ($HNaCO_3$) w temp. 150° C. Zupełnie analogicznie tworzy się antymonit (Sb_2S_3). Mieszanina siarczanu żelazawego ($FeSO_4$) z tiometarsenianem sodowym (Na_3AsS_3) i nadmiarem $NaHCO_3$ daje w temp. 300° C. arsenopiryty, $FeAsS$, w kryształkach rombowych, podobnych do przyrodzonych. Analogicznie powstają kryształki prustytu (Ag_3AsS_3) i pirargirytu (Ag_3SbS_3) — przez ogrzanie soli bezpostaciowych z roztworem tegoż dwuwęglanu sodowego i t. d. Ale

nietylko minerały kruszcowe stanowiły przedmiot badań syntetycznych S enarmona. Na tej samej drodze zdołał on otrzymać także i towarzyszące im minerały „płonne”. Dowiódł on po raz pierwszy, że roztwór krzemionki (koloidalnej) w kwasie solnym (HCl), zatopiony w rurce szklanej i ogrzany do temp. 200° — 300° C., krystalizuje się, jako kwarc, k otrego kryształy posiadają wszystkie cechy kwarcu hydrotermalnego α , a więc rozwinięte i zbro dzone poziomo ściany słupa pionowego w kombinacji z dwoma romboedrami. Roztwory siarczanu żelazawego lub magnezowego z dwuwęglanem sodowym dają w temp. 150° — 160° C. kryształki (romboedry) syderytu lub magnezytu. Tak pospolity w żyłach kruszczowych baryt ($BaSO_4$) został otrzymany w kryształkach przez ogrzewanie substancji bezpostaciowej z roztworem $HNaCO_3$. Podobnie tworzy się fluspat, jeżeli jego substancj  ogrzejemy do 250° C. z roztworem $HNaCO_3$ i t. d. Jeżeli te hydrotermalne syntezy S enarmona porównamy z przytoczonymi wyżej doświadczeniami Durochera, k otry odtwarzał te same minerały kruszcowe przez sublimacj , to przyjąć musimy do przekonania o r o norodności genezy ciał mineralnych. Nie ulega też w atpliwości, że i przyroda, tworząc minerały, rozmaitemi do tego celu zdają drogami.

Nasze dzisiejsze pojęcia o powstawaniu minerałów żyłowych zostały ugruntowane przez wiekopomne doświadczenia A. Daubr ego, k otrego nazwisko wspominaliśmy już, kiedy była mowa o minerałach pneumatolitycznych. Daubrée dowiódł w sposób, wykluczający wszelką w atpliwoś , że woda przegrzana jest pot ężnym czynnikiem geologicznym, k otry, z jednej strony, działa rozpuszczająco na najoporniejsze skł adniki litosfery, z drugiej — pośrodkowy w ich krystalizacji. Znaczenie doświadczeń Daubr ego polega na tem, że on pierwszy poruszył trudną a ważną spraw  przeobrażania si  krzemianów — tych najważniejszych cz eści składowych litosfery, k otore nietylko nie rozpuszczają się w zwykłej wodzie, ale opierają się także działaniu kwasów. Ta ich obojętność względem wody była głównym szkopułem, utrudniającym zrozumienie genezy krzemianów żyłowych. Tymczasem z doświadczeń Daubr ego okazało się, że woda, ogrzana do temperatury kilkuset stopni, nagryza bardzo energicznie szkło (i wogóle krze-

miany) a, stygnąc, powoduje krystalizację zarówno niezwiązanej krzemionki, jak i krzemianów. W ten sposób w mocno uszczelnionym cylindrze stalowym, w którym zamknięto kawałki szkła sztucznego z wodą dystylowaną i który ogrzewano w ciągu kilku dni do temperatury „au-dessous du rouge naissant“, powstały piękne kryształki kwarcu w typowych formach kwarcu żyłowego, sferolity chalcedonu i zielonawe kryształki diopsydu $[CaMg(SiO_3)_2]$. Teoria hydrotermalnego pochodzenia złóż mineralnych zyskuje przez to doświadczenie podstawę bardzo zasadniczą i przekonującą. Podstawę tę w dalszym ciągu rozszerzyli Friedel i Sarasin, dokonawszy syntezy ortoklazu i albitu przez działanie na ich części składowe roztworem ługu potasowego lub sodowego w mocnych rurach stalowych, ogrzewanych w temp. 400°—500° C. Jeżeli do tego dodamy syntezy amfibolu (Chruszczow) i chlorytu (Friedel i Grandjean) uskutecznione zapomocą metod analogicznych, to otrzymamy szereg najważniejszych minerałów żyłowych, które dają się odtwarzać sztucznie w warunkach, przyjmowanych przez teorię złóż pochodzenia hydrotermalnego. Trzeba przytem podnieść z naciskiem, że ciała tak w środowisku czysto ogniowym bezwładne (nieskłonne do krystalizacji), jak kwarc, ortoklaz, albit, amfibol..., objawiają znaczną „siłę krystalizacyjną“ w warunkach syntezy hydrotermalnej. Ponieważ jednak występują one w przyrodzie także, jako produkty krystalizacji niewątpliwie magmatycznej w lawach i skałach głębinowych, stąd zdaje się wypływać wniosek nieunikniony, że magmy, zwłaszcza głębinowe, zestalają się w temperaturach niezbyt wysokich i że w procesie tym biorą udział ciała lotne takie, jak woda, fluor i t. p., które stanowią integralne części składowe niektórych minerałów magmatycznych (amfibol, biotyt i in.) i wpływają obniżając na topliwość samej magmy. Ale ten wniosek nie przestanie być tylko prawdopodobną hipotezą tak długo, dopóki nie zostanie stwierdzony na drodze doświadczalnej, t. j. dopóki nie otrzymamy wymienionych minerałów przez topienie ich części składowych w obecności owych ciał lotnych, tak, jak je syntezujemy na drodze hydrotermalnej.

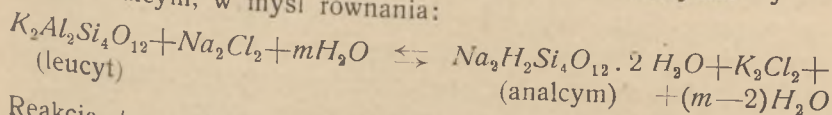
Do minerałów żyłowych, krystalizujących się z roztworów wodnych w temperaturach podniesionych, należą dalej t. zw. dzeo-

lity, glinokrzemiany podobne chemicznie do skaleni i skaleniowców, lecz zawierające dużo wody. Obecność wody sprawia, że uważamy je za typowe minerały hydrotermalne. Występują one nie tylko w żyłach, niekiedy wraz z minerałami kruszcowymi glinokrzemianami bezwodnymi, ale także — i to najczęściej — w zamkniętych próżniach (pęcherzach, bańkach) skalnych, wypełniając je całkowicie lub częściowo. Doświadczalne dowody ich pochodzenia hydrotermalnego są liczne. Zawdzięczamy je przede wszystkim *Lembergowi*, który tematowi temu poświęcił swe wieloletnie studia. Wykonał on długi szereg syntez dzeolitów i związków pokrewnych, biorąc za punkt wyjścia bądź rozmaite minerały naturalne (glinokrzemiany) bądź ich części składowe. Metoda polegała na działaniu wodnych roztworów soli alkalicznych na użyte ciała stałe (minerały lub sztuczne preparaty) w naczyniach hermetycznie zamkniętych i ogrzewanych przez dłuższy czas (np. kilka dni) w temperaturach od 150° do 200° C. Np., najpopularniejszy z dzeolitów, analcym ($Na_2Al_2Si_4O_{12} \cdot 2H_2O$), daje się łatwo otrzymać przez działanie roztworu krzemianu sodowego na wodzian glinowy w temp. 190° C. Tenże analcym tworzy się jednak z równą łatwością z rozmaitych glinokrzemianów pod wpływem roztworów soli sodowych, o czym będzie mowa obszerniej przy minerałach wtórnych. Temperatura, w której dzeolity powstają, nie bywa naogół wysoka. Wynika to bezpośrednio z doświadczeń *Friedela* i *Sarasin*a, którzy z jednej i tej samej mieszaniny (krzemionki i glinki), działając na nią roztworem ługu sodowego, otrzymywali raz analcym w temp. poniżej 400° C., drugi raz — albit w temp. 500° — 517° C. Dodać jeszcze należy, że dzeolity i ciała im pokrewne (np. apofilit) mają zdolność rozpuszczania się w wodzie ogrzanej do 150° — 160° C. (a więc pod ciśnieniem) i rekrystalizacji, czyli regeneracji we właściwych sobie postaciach podczas stygnięcia roztworów (*Dölt*er). Jednym słowem, dzeolity należą do tych glinokrzemianów hydrotermalnych, których geneza wydaje się nam najlepiej dziś zbadaną i nasuwającą najmniej wątpliwości.

3. *Minerały wtórne.* Tylko co wspomniane dzeolity, które nazwaliśmy typowymi minerałami hydrotermalnymi, możemy uwa-

zać jednocześnie za wtórne składniki litosfery, skoro ich związek substancjonalny i przestrzenny z minerałami pierwotnymi może być udowodniony. Obserwacja makro- i mikroskopowa poucza, że dzeolity są pochodniami minerałów skaleniovych, są produktami ich chemicznego wietrzenia. Znane są powszechnie pseudomorfozy analcytu po leucycie lub po skaleniu.

Przejścia te dają się odtwarzać dowolnie w sposób, nie pozostawiający żadnej wątpliwości. L e m b e r g, traktując proszek leucytu roztworem chlorku sodu w temp. 180° C., otrzymał krystaliczny analcym, w myśl równania:



Reakcja ta, rzecz wysoce znamienna, jest przytem odwracalna, to znaczy, że analcym, potraktowany w tych samych warunkach chlorkiem potasowym, przechodzi w bezwodny leucyt. W podobny sposób można rozmaite skalenie zamienić w analcym. Thugutt dowiódł, że nefelin, potraktowany roztworem węgłanu potasowego, zamienia się w mieszaninę „natrolitu potasowego“ i glinianu sodowego — ciał zbliżonych do natrolitu właściwego i diasporu, które w przyrodzie tworzą pseudomorfozy po nefelinie.

Te i tym podobne doświadczenia mają dużo naukowego uroku, pozwalają nam bowiem wnikać w ciemne i nieuchwytnie drogi przeobrażeń świata mineralnego. Przyroda zdąża do tego samego celu, tylko, oczywiście, powolniej i łagodniejszymi posługuje się środkami, ale jakościowej różnicy między obu procesami, sztucznym i naturalnym, zdaje się, niema.

Dzeolity, których geneza daje się do pewnego stopnia opowiadać eksperymentalnie, nie posiadają jednak większego znaczenia geologicznego. Nie można tego powiedzieć o tych minerałach wtórnych, które, jak np. kaolin i sercyt, odgrywają w budowie litosfery bardzo poważną rolę. Ich geneza, jakkolwiek wydaje się nam na podstawie studjów mikroskopowych tak jasną (ob. str. 84), nie została dotychczas wyjaśniona doświadczalnie w stopniu, jakiegobyśmy sobie życzyli. Możemy więc tylko nadmienić, że w studjach mineralogiczno-chemicznych Thugutta znajdujemy niejaki wskazówki co do przebiegu tych procesów,

które w swym skutku mają powstawanie serycytu lub kaolinu. Oto nefelin potasowy ($K_2Al_2Si_2O_8$) pod działaniem wody dystylowanej w temp. 200° — 300° C. traci część potasu i przechodzi w związek, chemicznie rzeczy biorąc, podobny do serycytu (muskowitu). Ten sam krzemian (nefelin potasowy), ale otrzymany syntetycznie, pod wpływem kwasu karbolowego w temp. 200° C. traci potas całkowicie, przechodząc w związek, również podobny tylko do kaolinu. Nie są to dane zupełnie przekonujące, ale, bądź co bądź, rzucające pewne przynajmniej światło na przebieg tych ważnych procesów w przyrodzie. Rozliczne wystawione w ostatnich czasach „teorie“ kaolinizacji zawsze pozostaną tylko mniej lub więcej prawdopodobnymi przypuszczeniami, dopóki doświadczenie naukowe nie wyznaczy głównych przynajmniej momentów tej reakcji.

O innych minerałach wtórnych (serpentyń, talk, epidot...) nie posiadamy żadnych danych eksperymentalnych, któreby mogły rzucić światło na ich genezę. Musimy więc tu poprzestawać na tych obserwacjach, które nam bezpośrednio podsuwa sama przyroda (pseudomorfozy) i których nam dostarczają studia mikroskopowe (stopniowe przechodzenie substancji pierwotnej we wtórną).

Co się tyczy wreszcie minerałów pochodzenia organicznego, to pierwsze fazy ich bytowania (zestalenie się substancji mineralnej) są wynikiem pewnych aktów biologiczno-fizjologicznych, uchylających się z natury rzeczy od eksperymentu fizyczno-chemicznego, dalsze zaś — polegają na metamorfozie substancji wydzielonych wedle zasad, wspólnych dla całego świata minerałów (ob. rozdział o metamorfizmie we Wstępie do petrografji).

„ŻYCIE MINERAŁÓW“.

Czy minerały żyją? — Jeżeli przez „życie“ rozumieć pewien szereg zmian fizyczno-chemicznych, to — tak. Jeżeli zaś życie pojmować w sensie biologicznym, to — nie. Wprawdzie mówi się często o tem, że minerały lub kryształy „rodzą się“, „rosną“, „obumierają“..., ale te i tym podobne wyrażenia natury fizjologicznej pojmować należy jako zwykłe przenośnie literackie. Bo jeżeli tym „narodzinom“ lub temu „wzrostowi“ przyjrzymy się

dokładniej, to się okaże, iż akty te w świecie minerałów są wprost antytezą tego, co zwykliśmy przez nie rozumieć w zastosowaniu do świata ożywionego i jestestw organicznych. Narodzin minerału nie poprzedza żaden akt zapłodnienia, lecz są one wynikiem czysto fizycznego stanu, zwanego przesyconiem roztworu. Z przesyconego roztworu (cieczy lub gazu) wydzielają się drobniutki kryształki („zarodki“, „embrjony“), które „rosną“ dopóty, dopóki nie nastąpi równowaga pomiędzy ciałem rozpuszczonym a rozpuszczalnikiem (dopóki nie wydzieli się z roztworu „nadmiar przesyconia“). Wzrost zarodka krystalicznego odbywa się przytem nie przez pobieranie pokarmu wewnątrz, jak to się odbywa u zwierząt i roślin, lecz przez proste równoległe układanie się stałych cząsteczek wydzielającej się substancji na jego ścianach. Prostu mówiąc, kryształ powiększa się, ściany jego jakby rozsuwają się. Akt ten kończy się dopiero wtedy, kiedy zabraknie w roztworze substancji „odżywczej“, t. j. kiedy cała ilość przesyconia osiadzie na powstałym samorzutnie zarodku. Na tem polega sztuczna „hodowla“ kryształów, które można otrzymywać w dowolnej wielkości, jeżeli hodowany kryształ pogrążyć będziemy kolejno w coraz to nowe zbiorniki roztworu przesyconego. Istotnie, kryształy mogą rosnać nieskończenie. A wzrost ten, jak widzimy, znów różni się biegunowo od wzrostu biologicznego, który jest ograniczony i ściśle związany z cechami indywidualnymi danego gatunku. Mysz nigdy nie dorasta wielkości słonia, a trzcina — dębu, podczas gdy taki kryształ górski raz jest mikroskopijnie mały, to znów, jak chłop, wielki. Kryształy wody raz nam ukazują się w postaci subtelných płatków śniegu, gdzieindziej zaś tworzą wielomorgowe tafle lodu...

Jak widzimy, różnice te są tak kapitalne, że o „życiu minerałów“ w sensie biologicznym nie może być mowy. Natomiast każdy minerał posiada swoją historję, podlega ewolucji, przechodzi szereg przemian... Nie jest on bynajmniej czemś niezmiennem i nieczułem na swe otoczenie, co mu się zwykle, a znów niesłusznie, przypisuje. Ta przysłowiowa „nieczułość kamienia“ trwa zwykle tak długo, jak długo nie zmieniają się warunki fizyczno-chemiczne otoczenia, wśród których dany związek mineralny powstał. Gdy to nastąpi, musi on zastosować się do

nowego środowiska, ulegając kolejno rozmaitym zmianom fizycznym i chemicznym. Celem konkretnego wyjaśnienia tej sprawy, przytoczę parę przykładów.

1. Jednym z najważniejszych składników skorupy ziemskiej jest *skaleń*. Zbiorowa ta nazwa oznacza glinokrzemiany potasu, sodu i wapnia ze zmienną zawartością krzemionki. Skalenie sodowo-wapienne (plagjoklasy) zostały zbadane pod względem genetycznym dokładnie: powstają one w magmie w temp. powyżej 1000° C., najczęściej jako kryształy mieszane. W tych warunkach „magmatycznych“ są one ciałami stałymi. Ale z chwilą, kiedy magma, wydostawszy się na powierzchnię litosfery w postaci lawy, ostygnie i zetknie się z aktywnymi czynnikami atmosferycznymi (tlenem, wodą i bezwodnikiem kwasu węglowego), między skaleniem a tem nowem otoczeniem wytwarza się równowaga niestała, prowadząca, jak wiemy (str. 82) do tego, że przeobraża się on na minerały pochodne takie, jak kaolin i sercyt. W warunkach powierzchniowych kaolin jest znów związkiem stałym, w którym jednak z dawnego magmatycznego skalenia zachowało się tylko jądro glinowo-krzemianowe (AlSi). Skupienia kaolinu, pod postacią np. łupków ilastych, mogą jednak ulegać dalszej ewolucji, skoro dostaną się na skutek dyzlokacyj, zachodzących w skorupie ziemi, do jej głębszych poziomów, gdzie dwie główne spólrzędne fizyczne (temperatura i ciśnienie) są inne, niż na powierzchni, i gdzie reakcje chemiczne odbywają się w innym kierunku. Tu może nastąpić regeneracja kaolinu w skaleń, np. albit, napotykaną w t. zw. łupkach krystalicznych (filitach i in.). Jeżeli w zmiennej kolei przemieszczeń tektonicznych ów zregenerowany albit dostanie się znów na powierzchnię globu, może on ulec powtórnej kaolinizacji, i t. d. Ale i w tym przypadku pierwotne jądro glinowokrzemowe „pra“-skalenia magmatycznego pozostanie niezmienione. I dlatego możemy tu mówić o pewnej ciągłości przeobrażeń związku pierwotnego, o jego kolejnej ewolucji.

2. A oto historia *rafy koralowej*. Jak wiadomo, żyjące gromadnie w morzach tropikalnych koralce wytwarzają wapienne szkielety ochronne, które w razie powolnego obniżania się dna morskiego mogą rozrastać się w potężne wały, szkarpy i cokóły

podmorskie, tworząc t. zw. rafy koralowe. Nowsze badania oceanograficzne i wiercenia, wykonane na wyspie atolowej Funafuti, dowiodły, że „mineralizacja“ węglanu wapniowego, wydzielanego w formie szkieletów przez żywe koralce, posiada bardzo ciekawą i bardzo przejrzystą historję. Szkielet koralca (koralina) składa się z promienisto ułożonych igiełek aragonitu ($CaCO_3^I$). Po obumarciu zwierząt i scementowaniu się ich szkieletów zapomocą miazgi wapiennej, kruszonego przez kipieli morską, powstaje rafa już zmineralizowana i złożona niemal całkowicie z aragonitu aż do głębokości 30 m. Poniżej tego poziomu aragonit samorzutnie przestacza się w drugą, trwalszą fazę węglanu wapniowego, t. j. w kalcyt ($CaCO_3^{II}$). Rafa kalcytowa spuszcza się w głąb morza aż do 195 m, gdzie kalcyt ustępuje miejsca dolomitowi, t. j. podwójnemu związkowi węglanu wapniowego i węglanu magnezowego ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$). Cullis dowiódł na drodze badań mikroskopowych, że pierwotny aragonit stopniowo przeobraża się w kalcyt, a ten również stopniowo zamienia się na dolomit. Dolomityzacja kalcytu odbywa się tu oczywiście pod wpływem wody morskiej, zawierającej rozpuszczalne sole magnezowe. Rzecz godna uwagi, że cykl tych przemian i tutaj stosuje się do warunków zewnętrznych otoczenia, a więc do głębokości i ciśnienia wody morskiej. Wymienione wyżej trzy poziomy rafy koralowej: aragonitowy, kalcytowy i dolomitowy leżą w porządku wzrastającej ich odporności na działanie wody morskiej. Wiadomo bowiem, że woda, zawierająca bezwodnik węglowy, łatwiej atakuje aragonit, niż kalcyt, a kalcyt łatwiej, niż dolomit. A ponieważ wraz z głębokością wzrasta ciśnienie, a więc i zdolność rozpuszczająca wody, przeto węglan wapniowy przybiera stopniowo coraz to inną, bardziej oporną i trwałą postać. Ewolucja w pierwszej swej fazie polega na prostem przegrupowaniu się cząsteczek węglanu wapniowego ($CaCO_3^I \rightarrow CaCO_3^{II}$), w drugiej zaś—już na częściowem przeobrażeniu się chemicznem pierwotnego organolitu (szkieletu aragonitowego) na właściwy minerał—dolomit [$2 CaCO_3 + MgCl_2 \rightarrow MgCa(CO_3)_2 + CaCl_2$].

Z przykładów przytoczonych przekonywamy się, że „życie minerałów“ polega wyłącznie tylko na pewnym cyklu przemian fizyczno-chemicznych i nie posiada poza nimi żadnej z istotnych cech bytowania organicznego.

8. SYSTEMATYKA MINERAŁÓW I MINERALOGJA OPISOWA.

Ład i porządek jest nieodzowną potrzebą umysłu przyrodnika, usiłującego poznać otaczającą go przyrodę w jej nieskończonych przejawach. Bez tego czynnika grupującego nie mógłby on ani jej zbadać dokładnie, ani nawet zorientować się wśród tej mnogości jestestw organicznych i przedmiotów nieożywionych, które składają się na biosferę i litosferę globu ziemskiego. Królestwa zwierząt i roślin liczą po wiele dziesiątków tysięcy odrębnych tworów. Rozpoznawanie ich i rejestracja nie dałaby się pomyśleć bez pewnego, z góry przyjętego systemu. To samo tyczy się i świata minerałów, jakkolwiek obejmuje on daleko skromniejszą liczbę reprezentantów, nie o wiele przewyższającą jeden tysiąc.

Systematyka, czyli porządkowanie, polega na skupianiu rzeczy podobnych i na odróżnianiu rzeczy niepodobnych. Ponieważ pojęcia podobieństwa i niepodobieństwa są chwiejne, przeto różnicę pomiędzy przedmiotami, podlegającymi systematyce, ustala się konwencjonalnie. Zwierzęta lub rośliny wyraźnie do siebie niepodobne, przyjęto odróżniać, jako osobne ich *rodzaje*. Rodzaj jest pojęciem zbiorowem, mogącem skupiać w sobie kilka podobnych, lecz dających się jeszcze z łatwością odróżniać typów, którym nadajemy nazwę *gatunków*.

W mineralogji rodzajem jest każdy poszczególny związek lub pierwiastek chemiczny, będący częścią składową skorupy ziemskiej i posiadający odrębną morfologję, jak np. diament i grafit, kalcyt i aragonit. Gatunki mineralne mieszczą się w obrębie rodzaju i różnią od siebie podrzędnymi własnościami morfologicznymi (np. rodzajem skupień) lub genezą. *Rodzaj* kwarcu np. rozpada się na gatunki: kryształ górski, kwarc bipiramidalny pochodzenia wulkanicznego, ametyst, agat i t. p. Rodzaje mineralne są zatem ostro i niedwuznacznie oznaczone, różnią się bowiem bądź składem chemicznym, bądź kształtem, bądź jednym i drugim jednocześnie. Trzeba jednak pamiętać o tem, że minerały heteromorficzne (mające jednakowy wzór empiryczny, jak kalcyt i aragonit) muszą posiadać odmienną budowę chemiczną i odmienne wzory strukturalne, że zatem ich podo-

bieństwo chemiczne bywa tylko pozorne. Rzecz naturalna, różnice chemiczne rodzajów pociągają za sobą szereg rozbieżności drugorzędnych, np. w ciężarze właściwym, twardości, spójności, rozpuszczalności, łamliwości światła i t. p. Minerale izomorficzne, przy podobieństwie kształtów geometrycznych i struktury wewnętrznej, posiadają jeszcze tyle innych odmiennych cech fizycznych, że odrębność ich rodzajowa nigdy nie budzi wątpliwości. Natomiast szeregi izomorficzne i kryształy mieszane dwu ciał nastroczają pewne trudności w ustalaniu granic pomiędzy ogniwami pośrednimi. Weźmy np. szereg izomorficzny plagioklazów. Naczelne ogniwa tego szeregu (albit i anortyt) są oznaczone, jako rodzaje, bardzo ostro, ale mieszaniny pośrednie (oligoklaz, andezyn, labrador i t. p.) nie posiadają ścisłej definicji rodzajowej. W takich przypadkach przyjmuje się konwencjonalny podział na rodzaje, zależnie od procentowej zawartości obu składników.

Najmniej sprecyzowane są rodzaje minerałów bezpostaciowych i koloidalnych. Na skutek cechujących je złożonych zjawisk adsorpcji i roztworów stałych, skład chemiczny tych ciał bywa chwiejny, a morfologia — przypadkowa. Trzeba jednak przyznać, że minerałów tego rodzaju mamy w skorupie ziemskiej stosunkowo niewiele a, geologicznie rzeczy biorąc, nie odgrywają one wybitniejszej roli.

Naogół zatem rodzaj mineralny, jako jednostka systematyczna, jest pojęciem stałym. Stanowi on podstawę najrozmaitszych systemów mineralogji opisowej. Rodzajom minerałów przyjęto nadawać—ze względów praktycznych—nazwy możliwie krótkie i eufoniczne, jakkolwiek każdy rodzaj, będąc określonym związkiem chemicznym, posiada właściwy sobie symbol i nazwę chemiczną. Słownictwem chemicznem nie posługujemy się jednak w mineralogji, po pierwsze dlatego, że bywa ono niekiedy zbyt złożone i chwiejne, a po wtóre dlatego, że nazwy i symbole chemiczne oznaczają właściwie tylko samą substancję, z pominięciem jej struktury krystalicznej i morfologji. Np. przez węglan wapniowy ($CaCO_3$) rozumiemy zwykle tylko oderwaną substancję, „sól wapienną kwasu węglowego“, bez względu na to, czy będzie ona bezpostaciowa, czy krystaliczna. Przeciwnie, nazwa

„kalcyt“ oznacza węglan wapniowy krystaliczny o symetrii klasy skalenodrycznej, gdy mianem „aragonitu“ odróżniamy węglan wapniowy krystaliczny o symetrii kl. rombowo-pryzmatycznej, i t. d.

Zwyczajem, oddawna w mineralogji przyjętym, tworzenie nazw rodzajowych w królestwie mineralnem opiera się na kilku zasadach. Albo się je urabia z wyrazów, zapożyczonych od starożytnych Greków i Rzymian, które zawierają przytem aluzję bądź do charakteru chemicznego, bądź też do wybitnej cechy fizycznej, np. polibazyt (aluzja do skomplikowanego składu chemicznego), ortoklaz (aluzja do prostokątnej łupliwości), albit (aluzja do białego koloru), eulityn (aluzja do łatwej rozpuszczalności) i t. d.; albo nadaje się minerałom nazwy, pochodzące od imion ludzi zasłużonych, np. hauyn (od Haüy'ego), goethyt (od Goethego), stazytyt (od Staszica) i t. d.; albo wreszcie—od miejscowości, w których po raz pierwszy zostały znalezione, np. wezuwjan (od Wezuwjusza), uralit (od Uralu), kałuszyt (od Kałusza), miedziankit (od Miedzianki) i t. d. Pomijamy tu, rozumie się, nazwy przejęte z języka ogólnoliterackiego, oznaczające ciała powszechnie znane, jak diament, siarka, rubin, szmaragd, ametyst, alabaster, krwawnik i t. d.

Jeżeli tedy, jak się rzekło, pojęcie rodzaju w mineralogji jest stałe i ogólnie przyjęte, to skupianie rodzajów w jednostki wyższych rzędów bywa mniej lub więcej dowolne i zależne od poglądów indywidualnych, tudzież obranego punktu widzenia. Rodzaje minerałów łączymy zwykle w grupy lub rodziny, rodziny — w rzędy, te zaś — w klasy. Przy skupianiu rodzajów w rodziny (grupy) panuje zasada jak największego podobieństwa, zwana systemem naturalnym. Do jednej rodziny włączamy zatem nietylko rodzaje o analogicznym składzie chemicznym, lecz także — o podobnych własnościach krystalograficznych: np. w rodzinie kruszców szlachetnych umieszczamy platynę, rtęć, złoto, srebro, miedź — wszystkie krystalizujące się regularnie i posiadające podobne cechy fizyczne (jak np. kowalność); rodzinę węglanów romboedrycznych stanowią: kalcyt ($CaCO_3$), magnezyt ($MgCO_3$), syderyt ($FeCO_3$), dialogit ($MnCO_3$), smithsonit ($ZnCO_3$) — wszystkie należące do jednej klasy symetrycznej; natomiast do grupy węglanów rombowych zaliczamy: aragonit ($CaCO_3$),

stroncjanit ($SrCO_3$), witeryt ($BaCO_3$), cerusyit ($PbCO_3$), które różnią się od grupy poprzedniej swoją budową krystalograficzną. Przytoczone rodziny należą do najbardziej przejrzystych i harmonijnych. Rodzina minerałów tak geologicznie ważnych i rozpowszechnionych, jak skalenie, jest już bardziej skomplikowana. Składa się ona zasadniczo z 3 rodzajów: skalenia potasowego (ortoklazu, $K_2Al_2Si_6O_{16}$), sodowego (albitu, $Na_2Al_2Si_6O_{16}$) i wapiennego anortytu ($CaAl_2Si_2O_8$), posiadających wiele cech wspólnych, ale podzielonych, dzięki niezgodnym własnościom morfologicznym, na „podrodzinę“ jednoskośną (ortoklaz) i trójskośną (mikroklin i plagjoklasy). W równie rozpowszechnionych rodzinach piroksenów i amfiboli, obejmujących liczne związki typu $RSiO_3$ ($R = Ca, Mg, Fe, Mn, Na_2 \dots$) z tegoż powodu musiał być wprowadzony trójdział na podrodziny: rombowa, jednoskośna i trójskośna. W każdym razie podział na rodziny, czy grupy nie jest pozbawiony cech naturalności.

Dalsze natomiast skupianie rodzin w rzędy i klasy napotyka już znaczne trudności, albowiem tutaj „system naturalny“ nie może być konsekwentnie stosowany i musi ustąpić miejsca „systemowi sztucznemu“, uwzględniającemu jedną tylko cechę rodzinną, np. skład chemiczny. Tej zasady trzyma się wielu wybitnych podręczników, jak G. Tschermak, F. Zirkel, J. D. Dana i inni. Podział na klasy, przyjęty przez G. Tschermaka, jest następujący: I. pierwiastki; II. siarczki (lampryty); III. tlenki; IV. spinelowce (gliniany, borany); V. sylikoidy (węglany i krzemiany); VI. azotany; VII. gipsowce (siarczany i in.); VIII. solowce (sole haloidalne); IX. antracydy (minerały pochodzenia organicznego). Każda z tych klas dzieli się na rzędy, np.: pierwiastki — na metaloide, metale kruche i metale kowalne; siarczki — na iskrzyki, błyszczące, szarki (Fahlerze), blendy i t. p. W każdym rzędzie zebrano przytem związki o pierwiastkach metalicznych, sąsiadujących ze sobą w układzie perjodycznym. Jakkolwiek zasada tej klasyfikacji nie jest jednolita, to jednak, trzeba przyznać, cały ten system odznacza się przejrzystością i czyni zadość swojemu zadaniu, t. j. ułatwia zapoznanie się z pojedynczymi składnikami skorupy ziemskiej.

Nie jest on jednak bez zarzutu. Słusznie podnosi A. de

L'apparent, że podział na grupy nie jest równomierny, że np. tak rozpowszechniona i ważna grupa krzemianów tworzy jednostkę współzrzedną z takimi np. tytanianami, pozbawionemi wszelkiego niemal znaczenia geologicznego; że minerały cynkowe, willemit (Zn_2SiO_4) i hemimorfity ($Zn_2SiO_4 \cdot H_2O$) zostały rozrzucone po rozmaitych grupach i oderwane od najważniejszego z nich, blendy cynkowej (ZnS). L'apparent sądzi, że te i tym podobne braki systematyki chemicznej dadzą się usunąć, jeżeli przyjmiemy inną podstawę klasyfikacji, a mianowicie — geologiczno-genetyczną lub paragenetyczną. Wychodząc z tego założenia, dzieli on minerały na 4 klasy (grupy):

- I. minerały będące składnikami skał „podstawowych“;
- II. składniki złóż mineralnych;
- III. minerały złóż kruszcowych;
- IV. minerały palne.

Każdą z tych klas dzieli L'apparent w sposób swoisty na rzędy i rodziny. Np. klasa pierwsza (składniki skał podstawowych) rozpada się na 3 rzędy: 1) składniki krzemianowe skał kwaśnych, 2) składniki krzemianowe skał zasadowych i 3) krzemiany metamorficzne. Rząd pierwszy obejmuje 6 rodzin: krzemionka, skalenie, skaleniowce, miki, krzemiany podrzędne („sili-cates accessoires“) granitów i gnejsów, krzemiany podrzędne pegmatytów i krzemiany podrzędne syenitów eleolitowych. W rzędzie drugim mamy 3 rodziny: piroksenów i amfiboli, oliwinu i dzeolitów.

Zasada L'apparenta nietylko prowadzi do zupełnego pogmatwania porządku, do którego przywykliśmy w klasyfikacji chemicznej, lecz ponadto można jej zrobić te same zarzuty, które on wypowiedział pod adresem systemu chemicznego. — A więc, naprzód, niewspółzrzedność grup: wszystkie pirokseny i amfibole zostały przezeń wtłoczone do jednej rodziny, a nielka grupka rzadkich minerałów, towarzyszących syenitom eleolitowym, została podniesiona także do godności „rodziny“. Następnie, niekonsekwencja w stosowaniu zasady: z „elementów“ skał podstawowych (granitów, gnejsów, bazaltów etc.) L'apparent odrzuca tak charakterystyczne ich składniki, jak apatyt, rutyl, magnetyt, umie-

szczając je w rozmaitych, dalekich od siebie grupach; opal umieszcza wśród „elementów“ skał kwaśnych i t. d.

Niektórzy autorowie, jak Kobell, Lapparent i inni, w opisie minerałów kruszcowych stosują zasadę chemiczną, kładąc na czele grup pierwiastki i przytaczając pod nimi kolejno wszystkie ich związki, np. ołów rodzimy, tlenki ołowiu, węgiel ołowiu (cerusyt), siarczan (anglezyt), fosforan (piromorfyt) i t. d. Ten system, zaczerpnięty z podręczników chemicznych, ma tę zaletę, że odpowiada w wielu razach stosunkom paragenetycznym, ale ma i tę wadę, że nie da się zastosować do całego obszaru mineralogji bez narażenia się na zarzut jaskrawej nienaturalności.

Prócz zasady chemicznej, używa się niekiedy w systematyce zasady krystalograficznej, szeregującej minerały wedle ich symetrii. Dałyby się także przyjąć za podstawę systematyki pewne cechy fizyczne, jak ciężar właściwy, współczynniki załamania światła i t. p.

Ale wszystkie tego rodzaju „systemy“ grzeszyłyby swoją w wielu konkretnych przypadkach nieściśłością i niepraktycznością.

Jak z tego widać, każda systematyka może i musi mieć pewne braki i niekonsekwencje. Każda klasyfikacja jest „sztuczna“ i leży poza obrębem stosunków naturalnych, t. j. przyrodzonych, albowiem tworzymy ją tylko ze względów praktycznych, jako środek, ułatwiający poznanie otaczającego nas świata. Co się tyczy samej przyrody, to ona grupuje przedmioty naturalne w sposób zgoła odmienny. Zwierzęta skupia wedle szerokości geograficznych, każąc niedźwiedziowi białemu żyć obok morsa, fok, ryb i mięczaków polarnych. Z roślin układu „formacje“, w których u stóp dębu i sosny rosną trawy, paprocie, mchy i porosty — zależnie od gleby, klimatu i konfiguracji gruntu.

Podobną pstrokacizną odznaczają się i zespoły paragenetyczne minerałów, powstałe w jednakowych warunkach fizyczno-chemicznych. Weźmy np. paragenezę skupioną w granicie. Składa się na nią długi szereg minerałów, należących do rozmaitych klas, rzędów i rodzin: spotykamy tu obok siebie krzemiany (skalanie, miki, amfibole, pirokseny...), tlenki (kwarc, cyrkon, rutil, hematyt, magnetyt...), fosforany (apatyt), niekiedy siarczki (piryt). Poza temi składnikami pierwotnymi, granit w zetknięciu z czyn-

nikami atmosferycznymi przybiera jeszcze do swego zespołu minerały wtórne takie, jak kaolin, serycyt, chloryt, kalcyt, limonit... A oto drugi przykład paragenety złoże kruszcowego. Żyły epigenetyczne Miedzianki w Kieleckiem zawierają w generacji pierwotnej: siarczki i siarkosole (chalkopiryt, chalkozyn, miedziankit, galenę), węglany (kalcyt), siarczany (baryt), tlenki (kwarc), krzemiany (pirofililit)...; w generacji wtórnej: arseniany (staszycyt, adamin), krzemiany (chryzokola), węglany (malachit, azuryt, cerusyt, aragonit), siarczany (anglezyt, gips), tlenki (lubeckit, wad) pierwiastki (srebro rodzime)... Wszystkie te, tak różnorodnie chemicznie, ciała powstały w jednakowych warunkach geologicznych i są ze sobą związane wyraźnymi niemi pokrewieństwa. Ale, czy podobna kłaść je obok siebie w systematyce? Bez wątpienia, — nie, bo każde złoże paragenetyczne musielibyśmy rozpatrywać z osobna, a z mineralogji opisowej uczynilibyśmy istny chaos, którego nie można uniknąć nawet przy fizyczno-chemicznym traktowaniu przedmiotu, jak tego dowodzi niedawno wydany „Podręcznik mineralogji“ P. Niggli'ego (Berlin, 1920).

Wobec tego wszystkiego musimy stwierdzić, że dla celów praktycznych najodpowiedniejszą wydaje się nam zasada kompromisowa systematyki minerałów, przyjęta w dziełach J. D. Dana, G. Tschermaka i innych, wedle której rodziny i grupy pomniejsze skupia się na zasadzie maksymalnego podobieństwa chemiczno-morfologiczno-fizycznego, wyższe zaś jednostki systematyczne (rzędy i klasy) dzieli się na podstawie ściśle chemicznej. Uważamy system ten za najodpowiedniejszy dlatego, że prowadzi on najłatwiej do zamierzonego celu, którym jest zapoznanie się ogólne ze światem minerałów.

Mineralogja opisowa ma za zadanie umiejętny opis poszczególnych rodzajów i gatunków mineralnych wedle zasad tej lub innej systematyki. Na opis naukowy minerału składają się dane następujące:

1. Własności morfologiczne: pokrój kryształów, kąty między jego ścianami lub pomiędzy normalnemi do nich, rysunek perspektywiczny kryształów charakterystycznych, rzut stereogra,

ficzny biegunów ścian; charakterystyka ustroju wewnętrznego minerałów i rentgenogramy.

2. Własności fizyczne: kolor, rysa, twardość, spójność (łupliwość), gęstość (ciężar właściwy); charakterystyka optyczna minerałów przezroczystych; orientacja optyczna, współczynniki załamania, znak optyczny, rozwartość kąta osi optycznych, pleochroizm, absorbcja

3. Własności chemiczne: skład ilościowy w procentach wagowych, najprostszy wzór empiryczny, charakterystyczne reakcje, metody reprodukcji sztucznej.

4. Występowanie i rozpowszechnienie w litosferze, złoża i stosunki paragenetyczne.

5. Powstawanie i przeobrażanie się w przyrodzie: pseudomorfozy, pochodne wtórne.

6. Zastosowania praktyczne, produkcja.

7. Historia odkrycia, synonimika i etymologia nazwy.

Mineralogji opisowej poświęcono liczne dzieła, w rozmaitych językach spisane. Są to bądź *podręczniki szkolne* (uniwersyteckie), podające mniej lub więcej treściwe zestawienie rzeczy znanych i niezbędnych dla całokształtu wiedzy o składnikach litosfery, bądź też *kompendja* i dzieła wyczerpujące, w których zebrano wszystko to, co o danym mineralu wiadomo, wraz z przytoczeniem odnoszącej się doń literatury i wyszczególnieniem wszystkich znanych złóż i miejsc występowania.

Do ogólnego zapoznania się z cechami zewnętrznymi i opisowymi minerałów służą rozmaitego rodzaju „klucze“, które podają w sposób tabelaryczny najważniejsze cechy rozpoznawcze fizyczno-chemiczne. Przy mikroskopowym oznaczaniu minerałów przezroczystych analogiczną rolę odgrywają „tablice“, będące wykazem najważniejszych danych optycznych.

9. STOSUNEK MINERALOGJI DO NAUK POKREWNYCH.

Czy mineralogja jest nauką samoistną? Zdarza się niekiedy słyszeć zdania, powątpiewające o samodzielności mineralogji lub nawet jej zaprzeczające. Rozumowanie sceptyków jest takie.

Ponieważ duszą każdej umiejętności są jej metody, a mineralogja posługuje się metodami fizyczno-chemicznymi, przeto jest ona właściwie tylko gałęzią chemji i fizyki. Poglądu takiego zgoła nie podzielamy. Wprawdzie metody chemji i fizyki odegrały w rozwoju mineralogji pierwszorzędną rolę, uczyniły z niej w pewnej mierze naukę doświadczalną, ale ten ze wszechmiar dodatni wpływ bynajmniej nie pozbawił naszej nauki znamienia samodzielności. Nie trzeba bowiem zapominać, że mineralogja, pomimo swych ścisłych metod, jest przecież w swoim rdzeniu nauką geologiczną o zupełnie określonych swoistych zadaniach. Głównym jej celem i dążeniem jest nietyle strona opisowa i rozpoznawcza, co raczej wyjaśnienie genezy i kolejnych przeobrażeń, jakim poszczególne minerały ulegają w stopniowej ewolucji litosfery. Ażeby ten cel osiągnąć, mineralog musi, rzecz naturalna, przede wszystkim jak najdokładniej poznać składniki litosfery. Bada więc ich własności morfologiczne, chemiczne i fizyczne, ale dąży zapomocą tych środków do celu ostatecznego — jakim jest geneza i ewolucja danego minerału. Mineralog nie bada martwych okazów gabinetowych, lecz „żywe“ części składowe litosfery. By osiągnąć swój cel główny, musi pozostawać w ciągłym kontakcie z przyrodą i jak najszczegółowiej poznać stosunki geologiczne, wśród których dany minerał znajduje się w skorupie ziemi. Jest to nieodzowny warunek i najpewniejsza podstawa trafnego rozwiązywania zagadnień genetycznych. Historia mineralogji poucza, że pomijanie tej zasady zawsze prowadziło na bezdroża. Z tego punktu widzenia samodzielność mineralogji, jako nauki, nie może ulegać żadnej wątpliwości. W zasadzie, powtarzamy, mineralogja jest nauką geologiczną, opierającą się przeważnie na metodach fizyki i chemji.

Stosunek mineralogji do geologji jest zupełnie jasny. Obie nauki zajmują się ziemią. Ale gdy geologja rozważa glob ziemski, jako całość, odczytuje jego dzieje na podstawie danych petrograficznych, paleontologicznych i tektonicznych, to mineralogja ma na oku przeważnie historję poszczególnych części składowych kuli ziemskiej. Mając wspólny obiekt badania, do wspólnego dążą celu, choć odmiennymi drogami i odmiennymi metodami. Wspólność celu w formie ogólnej da się tak wyrazić: obie nauki

na podstawie dokładnej znajomości teraźniejszego stanu ziemi usiłują odtworzyć przeszłe jej dzieje i rzucić promień światła w ciemnie przyszłości.

W ściślejszej jeszcze łączności z mineralogją pozostaje *petrografia*. Z początku skromna tylko gałąź mineralogji, w ciągu ostatniego półwiecza rozrosła się tak potężnie, że nie mieści się już wygodnie w ramach swojej macierzy. Przez swe metody, za pożyczone w przeważnej części od mineralogji, w mniejszej—od geologii, stanowi naturalne ogniwo, łączące obie te umiejętności. Będąc jedną z kardynalnych podstaw geologii, petrografia z drugiej strony tak dalece rozszerza widnokreśli mineralogji, że stała się dla niej od pewnego czasu jakby źródłem ożywiającem.

Stosunek mineralogji do *chemji* i *fizyki* możnaby nazwać stosunkiem dłużnika do wierzyciela, ale dłużnika wypłacalnego i wdzięcznego. Zapożyczone przez mineralogję metody chemiczne zostały przez mineralogów nie tylko przyswojone, lecz także twórczo rozszerzone i doprowadzone do wysokiego stopnia doskonałości, np. metoda dmuchawkowa, analiza i synteza krzemianów oraz, wogóle, chemja krzemianów. Podobnie ma się rzecz z metodami, przejętymi od fizyki. Niektóre z nich, np. metody optyczne, usiłowaniami mineralogów zostały tak dalece rozwinięte, że stanowią dziś osobne dziedziny wiedzy, wykraczające znacznie poza zakres fizyki w ściślejszem tego słowa znaczeniu.

Najdawniejsze może stosunki łączą mineralogję z *krystalografją*. W zaraniu swoim obie te nauki rozwijały się razem. Twórca zasadniczych praw krystalografji, Haüy, czynny na przełomie wieku XIX, był jednocześnie ojcem nowoczesnej mineralogji. Ale ta równoległość nie trwała zbyt długo, ponieważ okazało się niebawem, że krystalografja obejmuje znacznie szersze widnokreśli, będąc nauką o budowie materji stałej wogóle, a nie tylko — ciał stałych, które są częściami składowemi litosfery. Już w pracach Mitscherlicha (ok. r. 1820) ta rozbieżność występuje wyraźnie. Ponieważ jednak mineralogowie i w dalszym ciągu przeważnie rozwijali naukę o „kształtach geometrycznych“ minerałów, przeto z biegiem czasu utarła się niesłuszna opinja (poza kołami fachowców), jakoby krystalografja była częścią mineralogji. W istocie rzeczy, stosunek mineralogji do krystalo-

grafji jest podobny lub taki sam, jak stosunek mineralogii do chemji i fizyki. Krystalografia stanowi zatem tylko jedną z podstaw mineralogji, ale zresztą ma swoiste cele i zadania.

Która z tych nauk podstawowych i pomocniczych jest mineralogowi najbardziej potrzebna? Teoretycznie rzeczy biorąc,—wszystkie. Ale w praktyce, ze względu na bujny rozrost oddzielnych gałęzi mineralogji, opanowanie równomierne wszystkich jej działów staje się coraz bardziej problematyczne. Wobec tego, coraz częściej wyłania się konieczność specjalizacji. Uczni zawodowi i adepci mineralogji, idąc za upodobaniami indywidualnymi, obierają sobie ten lub inny dział mineralogji, poświęcając mu się przeważnie lub nawet wyłącznie. Zależnie od wyboru specjalności układa się, oczywiście, i charakter jego przygotowania oraz zasób wiadomości podstawowych. Kto chce zająć się poważniej własnościami geometrycznymi minerałów, musi posiadać gruntowną znajomość metod krystalograficznych oraz pewien zasób wiadomości matematycznych, które znacznie przekraczają zakres studjów gimnazjalnych. Przeciwnie, osoby zamierzające poświęcić się minerogenji, muszą znać zasady chemji nieorganicznej, a zwłaszcza ovladnąć z biegłością metodami chemji analitycznej, nie spuszczając z oka także podstaw geologicznych. Mineralog, pracujący bardziej w kierunku petrograficznym, oprócz geologii i chemji analitycznej, ma wciąż do czynienia z mikroskopem i własnościami optycznymi kryształów, które musi sobie przyswoić dokładnie, jeżeli chce stanąć na wysokości zadania. I tak dalej. Uwagi te odnoszą się atoli przedewszystkiem do pracy twórczej w ścisłym słowa tego znaczeniu. Przygotowanie do zawodu pedagogicznego musi być bardziej równomierne i encyklopedyczne. Nie powinno to jednak przeszkadzać pedagogowi do zajmowania się jednym z działów mineralogji bardziej szczegółowo i do rozwijania w nim działalności twórczej. Owszem, jest to nawet warunek nieodzowny wyrobienia należytego krytycyzmu i wytrawności sądu, tak pedagogowi potrzebnego przy korzystaniu z prac innych badaczy. W każdym razie, *mineralog-pedagog musi być wykształcony geologicznie*, musi pozostawać w stałym kontakcie z przyrodą, zwłaszcza z przyrodą kraju ro-

dzinne, a przede wszystkim z najbliższym otoczeniem miejsca swej działalności. Pedagog, który tego kardynalnego warunku nie posiada, skazany jest na bezpłodność: nie wykształci on uczniów, bo nie zdoła nauczyć ich czytać i rozumieć wielkiej księgi przyrody, a co za tem idzie, nie potrafi zachęcić do studjów samodzielnych.

Osobną gałąź mineralogji (i petrografji) stanowi *nauka o złożach minerałów użytecznych* (pokładoznawstwo), w szczególności nauka o złożach kruszcowych, solnych i t. p. Nauka ta zajmuje się zespołami minerałów, mających zastosowanie techniczne i nagromadzonych w wielkich niekiedy ilościach wśród skał płonnych, czyli nieużytecznych. Na podstawie warunków geologicznych występowania, składu mineralnego oraz właściwości petrograficznych danego złoża — usiłuje ona wyjaśnić jego genezę, t. j. sposób powstawania, i poznać historję zmian, którym ono ulegało z biegiem czasu, wreszcie — ocenić zasoby nagromadzonych w niem kopalin użytecznych.

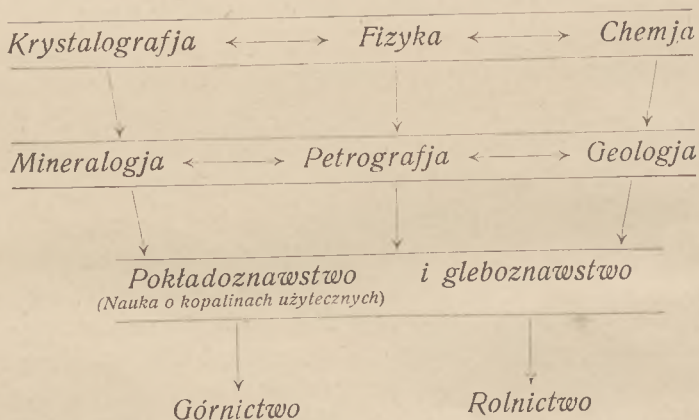
Stąd jasną jest rzeczą, że pokładoznawstwo minerałów użytecznych — po za mineralogją — opiera się przede wszystkim na geologji i petrografji, samo zaś jest podstawą *górnictwa*. Tak więc nauka ta jest ogniwem, łączącym technikę górniczą z mineralogją opisową. Z górnictwem właściwem łączą się dwie dalsze gałęzie wiedzy technicznej: *kamieniarstwo* i *jubilerstwo*. Kamieniarstwo jest nauką o własnościach technicznych materiałów budowlanych i opiera się na petrografji, gdy jubilerstwo, w szerszem słowa tego znaczeniu, jest nauką o drogich kamieniach, o ich występowaniu, kopalnictwie, własnościach fizycznych i chemicznych, o sztuce ich szlifowania, wreszcie o wartości i cenie, a podstawę jej naczelną stanowi mineralogja.

Na mineralogji, petrografji i geologji zbudowany jest dalej zrąb innej jeszcze nauki, a mianowicie *gleboznawstwa*, którego część nieorganiczna jest właściwie swoistym rozdziałem petrografji. Łącznie z biochemją i bakterjologją gleboznawstwo tworzy fundament, na którym spoczywa umiejętne rolnictwo.

* * *

Stosownie do zaznaczonego powyżej pokrewieństwa nauk, badania mineralogiczne przybierają rozmaite kierunki: krystalograficzny, fizyczno-chemiczny, geologiczny i t. p. Jak już podkreślono wyżej, poszczególne gałęzie mineralogji rozrosły się dziś tak dalece, że uczeni współczesni poświęcają się zazwyczaj jednemu tylko kierunkowi całkowicie. Ta droga specjalizacji zdaje się być dzisiaj coraz bardziej *conditio sine qua non* dalszego rozwoju naszej wiedzy, jak zresztą i innych dyscyplin przyrodniczych.

Streszczając się, możemy wyobrazić stosunek wzajemny nauk, o których mowa, w następującym schemacie:



Jak widzimy, ze wspólnej podstawy krystalograficzno-fizyczno-chemicznej wyłaniają się trzy siostrzane, nierozdzielne gałęzie wiedzy o ziemi: mineralogja, petrografja i geologja, które ze swej strony tworzą fundament teoretyczny pokładoznawstwa i gleboznawstwa, a pośrednio także — górnictwa i rolnictwa.

II.

PETROGRAFJA.

Treść: 1. Przedmiot petrografji, jej metody i technika badań. 2. Podział petrografji na poszczególne gałęzie: petrografja a litologia. 3. Nauka o skałach pochodzenia ogniowego. 4. Nauka o skałach osadowych. 5. Łupki kryształiczne i teoria metamorfizmu. 6. Petrografja fizyczno-chemiczna. 7. Nauka o kopalinach użytecznych i petrografja stosowana. 8. Zakończenie.

1. PRZEDMIOT PETROGRAFJI, JEJ METODY I TECHNIKA BADAŃ.

Petrografja jest nauką o skałach. Jako taka, jest najważniejszą podstawą geologii. Z drugiej strony, zajmując się skałami, które nie są niczem innym, jak tylko naturalnymi skupieniami minerałów, petrografja pozostaje w najściślejszej łączności z mineralogją. A nawet powiemy więcej. Biorąc rzeczy historycznie, petrografja dzisiejsza wyłoniła się bezpośrednio z mineralogji, jest jej nieodrodną latoroślą, która rozwinęła się i wyrosła na podłożu pnia macierzystego, czerpiąc zeń obfite soki. Stało się to mianowicie wtedy, kiedy do badania przyrody nieożywionej zastosowano mikroskop. „Metoda jest duszą nauki“. Na całym obszarze dziejów przyrodoznawstwa nie znajdujemy bardziej przekonującego dowodu prawdziwości tej maksymy, jak w historii nauki o skałach. Petrografja współczesna narodziła się w drugiej połowie XIX-go wieku. Pierwsza myśl użycia „drobnowidza“ do badania skał (i minerałów) w stanie sproszkowanym zakiełkowała w umyśle francuskiego badacza Cordiera (1815). Atoli podwaliny naukowe dzisiejszych metod mikroskopowo-optycznych stworzyli dwaj genialni fizycy angielscy Nicol (1828) i Brewster (1813—1845): pierwszy przez przyrządzenie pierwszego „szlifi“ mineralnego, nadającego się do badań w świetle przechodzącem, i przez wiekopomną konstrukcję nikola (porówn. Wstęp do mineralogji str. 14), drugi — przez praktyczne zastosowanie światła spolaryzowanego do badania minerałów i ich mikrostruktury.

Te kapitalne odkrycia i inowacje umożliwiły Sorby'emu rozpoczęcie poszukiwań już systematycznych, które ogłosił w epokowej pracy: „On the microscopical structure of crystals indicating the origin of minerals and rocks“ (1858). Po tych pionierach występują na scenę badacze niemieccy — i od tej chwili zaczyna się popularyzacja metody mikroskopowej w zastosowaniu do świata skał i minerałów. W r. 1863 Zirkel wydaje swoją klasyczną książkę: „Mikroskopische Gesteinsstudien“; w r. 1869 Tschermak stosuje metody optyczne do rozpoznawania minerałów; w r. 1873 Rosenbusch wydaje po raz pierwszy swój znany podręcznik: „Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine“, a niemal jednocześnie pojawia się na światło dzienne wspaniałe dzieło francuskie: „Minéralogie micrographique“ Michel-Lévy et Fouqué'go (1879). A gdy w r. 1876 mechanik berliński Fuess zbudował specjalnie do celów mineralogiczno-petrograficznych przystosowany mikroskop z polaryzacją i obracającym się stolikiem, — drogi dalszego, nadzwyczaj bujnego rozwoju i rozkwitu nauki o skałach zostały ostatecznie utorowane. Jak z rogu obfitości posypały się rozprawy, traktaty i opisy mikroskopowe skał i minerałów we wszystkich językach świata, a wślad za nimi kilkotomowe dzieła syntetyczne i podręcznikowe, jak np. F. Zirkla, H. Rosenbuscha i innych.

I nic w tem dziwnego. Przed wprowadzeniem do petrografii metod mikroskopowych ogromna większość skał, budujących litosferę, zwłaszcza skał drobnoziarnistych lub zbitych, była zgoła dla badań ściślejszych niedostępna. Można je było wprawdzie analizować chemicznie, ale sam elementarny skład skały, bez znajomości jej składników mineralnych i budowy, nie dawał ani pewnej podstawy diagnostycznej, ani też nie pozwalał powiedzieć nic pewnego o genezie „kamienia“. Wszystkie więc tak rozpowszechnione na powierzchni ziemi, a tak ciekawe przez swe pochodzenie skały wulkaniczne i lawy rozmaitych wieków, od najdawniejszych do wyrzucanych przez dzisiejsze wulkany, — stanowiły prawdziwą *terra incognita* dla naszych poprzedników z 1-ej połowy wieku XIX. Dopiero tak prosta, jak się nam dziś wydaje, metoda szlifowania cienkich przeświecających płytek ze skał nieprzezroczystych, ciemnych lub zgoła czarnych, — płytek,

nadających się do rozpatrywania pod mikroskopem w świetle przechodzącym, — odkryła, rzecz można, cały nowy świat zjawisk i faktów o nadzwyczajnej doniosłości naukowej. Możemy bez przesady powiedzieć, że mikroskop, zastosowany do badań petrograficznych, przeświecił nam niejako całą skorupę ziemi, dając możliwość ścisłego badania jej części składowych, nie tylko na powierzchni leżących, lecz także wyrzucanych z jej głębi przez siły wulkaniczne i przemieszczenia natury tektonicznej.

By tę doniosłość metod mikroskopowo-optycznych dla rozwoju petrografji bardziej jeszcze podkreślić i uplastyczyć, pozwolimy sobie przytoczyć kilka przykładów najbardziej wymownych. Przedewszystkiem, dzięki mikroskopowi, zakres diagnozy petrograficznej rozszerzył się niesłychanie. Wszystkie tak zwane ongi skały zbite, „afanity“, „kryptolity“ i inne utwory „nieme“, nagle przemówiły. Zdołano bowiem rozpoznać ich skład, oznaczyć wszystkie, nawet najdrobniejsze składniki, odczytać strukturę a często i genezę całego zespołu mineralnego. Ilość gatunków, rodzajów i całych nowych rodzin skalnych zaczęła się zwiększać szybko, prowadząc do bujnego, może nawet zbyt bujnego, rozwoju terminologii petrograficznej. Dokładne studia mikroskopowe odkryły cały szereg nowych, przedtem nieznanych minerałów skałotwórczych, których liczba wciąż wzrastała i wzrasta. Ale nie dość na tem. Mikroskop wpłynął na rewizję zasadniczych pojęć o materji stałej, o jej ciągłości i jednorodności. Dawniej przypuszczano, że kryształy są utworami jednorodnymi o budowie ciągłej i homogenicznej. Ale już badania Brewstera dowiodły, że tak nie jest, że topaz np. zawiera w sobie wiele woreczkowatych inkluzyj gazowych i ciekłych, które zaciemniają niekiedy jego przezroczystość. Z dalszych tego rodzaju studjów dowiedzieliśmy się, że tak rozpowszechniony w skorupie ziemi minerał, jak kwarc, istotny składnik granitu, bywa poprostu przepełniony rozmaitemi ciałami obcemi, zarówno stałemi jak ciekłemi i gazowemi, że zawiera on mianowicie całe szeregi porów, wypełnionych wodą lub ciekłym dwutlenkiem węgłowym, że pory z cieczą wodnistą zawierają obok niej jeszcze częstokroć drobnutkie sześcianki chlorku sodowego i t. d. Tą samą drogą skonstatowano dalej, że minerały law, zastygających na powierzchni

ziemi, owych inkluzyj gazowych i gazowo-ciekłych nie mają, natomiast posiadają w obfitości drobne „wrostki“ szkła wulkanicznego. Te i tym podobne odkrycia błyskawicznym światłem rozjaśniły ciemności, otaczające genezę granitu i innych skał „głębinowych“ (ob. niżej). Badania mikroskopowe pouczyły nas również o prawdziwym rozpowszechnieniu rozmaitych minerałów w litosferze. Okazało się np., że minerały, makroskopowo rzeczy biorąc, rzadkie, takie np., jak rutyl, cyrkon lub apatyt, są rozpowszechnione, acz w drobnych ilościach, we wszystkich skałach skorupy ziemskiej, zarówno pochodzenia ogniowego, jak osadowych, i że ta powszechność niektórych z nich, np. apatytu, jako minerału fosforowego, ma decydujący wpływ na rozwój wegetacji roślinnej, i t. d. Mikroskop, i tylko mikroskop, wyjaśnił nam również nieznane przedtem szczegóły „mikrostruktury“ całego szeregu minerałów (leucyt, mikroklin, boracyt i t. p.), tudzież przyczyny fenomenów świetlnych, spotykane w labradorze, bronzycie i innych minerałach skałotwórczych, a polegające na umiarowym rozmieszczeniu wrostków obcych, powodujących barwną migotliwość światła; mikroskop odkrył wielką i doniosłą dziedzinę zjawisk wietrzenia chemicznego skał, ujawniając nam, jak na dłoni, już pierwsze, najdrobniejsze nawet zaczątki procesów tak kolosalnie dla ekonomji przyrody ważnych i rozpowszechnionych, jak kaolinizacja skaleni, jak chlorytacja minerałów żelazistych, jak serpentynizacja oliwinu i t. p.

Przykładów takich i im podobnych możnaby przytoczyć szereg niemal nieskończony. Wszystkie one świadczą jak najwymowniej o tem, że najważniejszą metodą petrografji, przez którą nauka ta powstała i z której, że tak powiem, wyrosła, jest *metoda mikroskopowa*. Pozwala ona nietylko na oznaczenie wszystkich minerałów, składających daną skałę, ale także na określenie ich przestrzennego stosunku, czyli budowy skały, która to budowa ma podstawowe znaczenie genetyczne. Oznaczając zaś skład mineralny skały i jej budowę, oznaczamy samą skałę.

Metod mikroskopowo-optycznych posiadamy dziś cały szereg. Polegają one na stosowaniu zarówno światła zwykłego, jak i spolaryzowanego (równoległego i zbieżnego). Najważniejsze

z nich podaliśmy już we „Wstępie do mineralogji“ (str. 14—26) i dlatego niema potrzeby rozwodzić się nad niemi powtórnie. W formie uzupełnienia wspomnimy tu tylko o tych metodach optyczno-diagnostycznych, które mają specjalne dla petrografji znaczenie, a dążą do porównawczego oznaczania współczynników załamania światła.

Przy badaniu skał w stanie sproszkowanym wielkie usługi oddaje *metoda immersyjna* oznaczania łamliwości światła. Wiadomo oddawna, że ziarno minerału jednorodne, przezroczyste, pogrążone w cieczy o współczynniku załamania światła podobnym lub zbliżonym, traci kontury i tworzy z cieczą jakby jedno środowisko optyczne. Opierając się na tem zjawisku i mając do dyspozycji szereg cieczy o znanych współczynnikach załamania, można w przybliżeniu oznaczyć łamliwość światła w badanych minerałach. Schroeder van der Kolk rozszerzył tę metodę i do tych przypadków, kiedy ziarno mineralne ma większy lub mniejszy współczynnik łamliwości od otaczającej cieczy. Wystawił on przytem regułę następującą. Jeżeli do oświetlenia mikroskopu użyć promieni jednorodnych, padających ukośnie (przez odpowiednie zastronienie polaryzatora zasuwką Wright'a), to na brzegu ziarna mocniej załamującego, niż ciecz, zobaczymy ciemną obwódkę z tej samej strony, z której nastąpiło zaciemnienie pola widzenia. Jeżeli zaś ciemna obwódka zjawi się po stronie przeciwnej, to ziarno ma łamliwość mniejszą od cieczy.

O wiele precyzyjniejszą i mniej kłopotliwą metodą porównawczego oznaczania współczynników załamania światła w preparatach mikroskopowych zawdzięczamy F. Becke'mu. Zauważył on mianowicie, że na granicy dwu rozmaicie załamujących przekrojów mineralnych, stykających się ze sobą w płaszczyźnie prostopadłej do szlifi, oświetlonego promieniami światła zbieżnego, powstaje charakterystyczna linja jasna („linja Becke'go“) po stronie minerału mocniej załamującego światło, jeżeli przytem mikroskop nastawimy na powierzchnię szlifi lub nieco powyżej. Zjawisko to objaśnia się w sposób prosty zupełnem odbiciem się promieni, ukośnie padających na granicę ciał sąsiadujących, przy ich przechodzeniu ze środowiska mocniej załamującego do środowiska słabiej załamującego. Ponieważ po stronie środowiska

mocniej załamującego zbiera się więcej promieni całkowicie odbitych, przeto jego krawędź otrzymuje ową jasną aureolę. Jeżeli współczynnik załamania jednego z ciał stykających się jest znany, to zapomocą linii Becke'go możemy ocenić jakościowo łamliwość ciała sąsiedniego. Przypuśćmy, że stały balsam kanadyjski w badanym szlifie ma $n = 1.54$ i że na brzegu preparatu stykają się z nim w płaszczyznach prostopadłych kwarc i ortoklaz. Ponieważ wszystkie 3 współczynniki załamania światła w ortoklazie są niższe od 1.54, przeto linja jasna Becke'go ukaże się zawsze po stronie balsamu kanadyjskiego. W przypadku kwarcu ujrzymy ją, przeciwnie, po stronie kwarcu (nie balsamu), albowiem oba współczynniki kwarcu są większe od n balsamu ($\omega = 1.544$, $\epsilon = 1.553$). F. Becke wypracował na tej podstawie bardzo dowcipną metodę porównawczą oznaczania łamliwości światła w plagjoklazach „kwaśnych“. Skąły kwarcowo-skalieniowe ziarniste dostarczają w preparatach mikroskopowych dużo takich przypadków, w których przekroje kwarcu stykają się z przekrojami skalenia. Mamy więc tu dobrą sposobność do porównywania łamliwości kwarcu, którego współczynniki w przekrojach równoległych do osi optycznej są zgóry znane, ze współczynnikami zmiennymi mieszanin izomorficznych plagjoklazu. Do porównania wybiera się przytem przekroje zorjentowane równolegle, t. j. jednocześnie ściemniające się między nikolami skrzyżowanymi. Zapomocą płytki gipsowej można się zawsze przekonać o przebiegu sprężystości zgodnym lub niezgodnym i stąd wyciągnąć odpowiednie wnioski co do porównywanych współczynników załamania kwarcu i skalenia. Z łatwością dają się zdefiniować na tej drodze ortoklaz, mikroclin, albit oraz albit oligoklazowy z zawartością do 13% An , albowiem wszystkie ich współczynniki są mniejsze od obu współczynników kwarcu. Podobnie rzecz ma się z labradorem, bytownitem i anortytem, których wszystkie współczynniki są większe od współczynników kwarcu. Pozostają więc tylko ogniwa od bardziej zasadowego oligoklazu do andezynu włącznie, których łamliwość należy oznaczyć bliżej na odpowiednio dobranych przekrojach. Przekroje kwarcu i skalenia zgodnie zorjentowane mogą być dwojakiemu rodzaju: kierunek największej sprężystości skalenia odpowiada kierunkowi takiej

samej sprężystości kwarcu lub biegnie do niej prostopadle. Pierwszą pozycję nazywamy równoległą, drugą — skrzyżowaną. Jeżeli np. znajdziemy, że w pozycji równoległej współczynnik załamania ω kwarcu ($=1.544$) jest większy lub mniejszy od α skalenia, ϵ zaś kwarcu ($=1.553$) jest stale większy od γ skalenia; dalej, jeżeli znajdziemy, że w pozycji skrzyżowanej — ω kwarcu jest mniejszy od γ skalenia, ϵ zaś kwarcu jest większy od α skalenia, to, porównyując znalezione nierówności ze stałymi optycznymi kwarcu i współczynnikami szeregu izomorficznego plagioklazów, obrachowanymi teoretycznie, dochodzimy do przekonania, że w przytoczonym przypadku mamy do czynienia z zasadowym oligoklazem, w którym zawartość An wynosi około 25 — 30%. Jak z tego widzimy, metoda Becke'go, bez szczególnych zabiegów i przyrządów, pozwala z dużą dokładnością oznaczać mikroskopowo minerały skałotwórcze tak wielkiego znaczenia, jak plagioklasy.

Ponieważ — jak to wynika z rozważań, wyżej przytoczonych — metody mikroskopowo - optyczne odgrywają najważniejszą w petrografii rolę i ponieważ właściwym objektem badań skałoznawczych jest nie surowy „kamień“, lecz uczyniony zeń preparat, przeto musimy tu — w ogólnych przynajmniej wyrazach — podać zasadę przyrządzania t. zw. *szlifów*. Zasada to w swej istocie bardzo prosta. Odłupany płaski kawałek skały ściera się z obu stron tak długo, dopóki nie stanie się przezroczysty. By to ścieranie ułatwić, wykonywa się je na opornym podkładzie, np. na płycie z surowca żelaznego, posypanej twardym proszkiem korundowym (t. zw. szmirgłem). Szmirgiel w niektórych razach można zastąpić diamentem lub sztucznym karborundem (węglikiem krzemu). Zwykle ściera się na coraz cieńszym szmirglu naprzód jedną stroną odłupka, którą się ostatecznie poleruje na subtelnym pyłe szmirglowym lub innym środku szlifierskim. Po starannem wymyciu i oczyszczeniu pozostały skrawek kamienia przykleja się stroną odpolerowaną do dość grubego szkiełka „przedmiotowego“ zapomocą czystego balsamu kanadyjskiego, stosownie ogrzanego. Gdy balsam ostygnie i mocno uchwyci i przylepi do szkła płytkę skalną, szlifuje się ją następnie w ten sam sposób z drugiej strony aż do pożądaney cienkości, t. j. do

tej chwili, kiedy zwilżona znacznie wyraźnie przepuszczać promienie światła przechodzącego, czyli, jak się popularnie mówi, przeświecać. Otrzymaną tym sposobem ciekłą płytkę ponownie się zmywa, czyści i przykrywa cienkim szkieletem „pokrywko-
wem“ znów zapomocą ogrzanego balsamu kanadyjskiego. Usuwając nadmiar balsamu najpierw mechanicznie, a następnie zmywając go spirytusem, otrzymujemy wreszcie gotowy do badań mikroskopowych preparat — szlif. Najważniejszą jego zaletą musi być wszędzie jednaka grubość płytki, brak w niej spękań, a w otaczającym ją balsamie — pęcherzyków powietrza i ciał obcych, które łatwo dostać się mogą podczas dwukrotnej operacji naklejania. Grubość dobrego szlifowania nie powinna przekraczać 0.05 mm; zwykle waha się ona między 0,01 a 0,05 mm. Normalny szlif musi być tak cienki, by minerały bezbarwne o średniej dwójłomności, jak kwarc i skalenie, dawały barwy interferencyjne jasnoszare 1-go rzędu wedle skali Newtona, co odpowiada grubości 0,04 mm (kwarc, przekrojony równolegle do osi optycznej). Powierzchnia szlifowania nie powinna być mniejsza od 3—4 cm². Technika przyrządzania szlifów rozwinęła się obecnie bardzo wysoko. W Niemczech istnieją całe ich fabryki, posługujące się, rzecz naturalna, rozmaitemi urządzeniami mechanicznymi, jak piły do cięcia kamieni i szlifiernie, wprawiane w ruch bądź mięśniami nogi robotnika, bądź też silnikami. Każda, jako tako urządzona pracownia mineralogiczno-petrograficzna uniwersytecka posiada obecnie swoją własną podręczną szlifiernię.

Preparat mikroskopowy, przyrządzony w ten sposób z „martwego“ i „zimnego kamienia“, staje się jednym z najponętniejszych obiektów badania przyrodniczego. Umieszczając go na stoliku mikroskopu i rozpatrując w stosownym powiększeniu, możemy w większości przypadków od razu odczytać skład mineralny skały, odróżnić minerały przezroczyste od nieprzezroczystych, bezbarwne od barwnych, słabo załamujące światło od łamiących je mocniej, wreszcie—minerały o znacznej sile dwójłomności od minerałów o mniejszej sile dwójłomności. Zwykle już jakościowe tylko oznaczenie tych momentów wystarcza do odróżnienia pewnego składników skały i, co zatem idzie, do jej diagnozy. To, co było zagadką w zbitej bryle, staje się łatwo czytelne w prze-

zroczu. Ale nie dość na tem. Preparat mikroskopowy, ujawniający w przekroju budowę skały, opowiada nam tem samym jej historję i genezę. Od jednego rzutu oka odróżniamy skałę pochodzenia ogniowego od skały osadowej, zespół krystaliczny od agregatu okruszowego, brekcję od zlepieńca i t. d. Dowiadujemy się dalej z preparatu o stanie zachowania skały, o jej „świeżości“ albo o poczynającym się dopiero lub zaawansowanym jej wietrzeniu i rozkładzie. A badania te, dające się dziś wykonać z wielką ścisłością i ująć w wyniki liczbowe, mają też i swoją stronę estetyczną. Bo wszystkie metody optyczne odznaczają się nie tylko precyzją i elegancją, ale niektóre z nich dostarczają także pięknych wrażeń wzrokowych. Myślę tu o tych precudnych barwach interferencyjnych, które ukazują się między nikolami skrzyżowanymi na przekrojach bardziej dwójłomnych, a zmieniają się, jak w czarownym kalejdoskopie, podczas obrotu stolika; o tych bajecznie subtelnym rysunkach, które niby kolorową siatką pajęczą pokrywają przekroje mikroklinów, pertytów, leucytów i innych minerałów mimetycznych; o tych tajemniczych barwach „pleochroistycznych“, które otaczają niebieskawą aureolą kryształy cyrkonu promieniotwórcze... Dla oka, wrażliwego na piękno barw, studja mikroskopowe skał nie tylko posiadają urok potężnej, wszystko analizującej i poznającej wiedzy, lecz są także źródłem prawdziwych „wzruszeń wzrokowych“. Nie jest to rzecz błaha. Ta „estetyka skałoznawcza“ zachęcała z pewnością niejednego z przyrodników, a zwłaszcza niejedną z przyrodniczek, do zawarcia bliższej ze światem „głazów“ znajomości...

Inne metody fizyczne w badaniu skał nie posiadają już tej doniosłości i tej powszechności, co metody optyczne. Niektóre ważne cechy rozpoznawcze minerałów, jak twardość, spójność, kolor, blask i t. p., tracą w świecie skał swe znaczenie, a jednocześnie tracą je i odpowiednie metody. Tylko ciężar właściwy skał pozostaje i tu ważkim momentem diagnostycznym, przyczem metody jego oznaczania są te same, co w mineralogji.

Natomiast metody chemiczne w petrografji walczą o pierwszeństwo z optyczno-mikroskopowymi. Zanim jednak przejdę do ich krótkiej charakterystyki, wspomnieć mi w pierw wypada jeszcze o jednej metodzie fizycznej, często w petrografji stoso-

wanej, a mającej na celu przeważnie przygotowanie materiału do badań chemicznych.

Mam tu na myśli *oddzielanie minerałów*, składających skałę. Metoda ta dąży do otrzymania składników skały z osobna, w stanie możliwie czystym. W tym celu agregat skalny rozdrabnia się w młynku żelaznym i przesiewa przez sito, którego oczka mają średnicę mniejszą od średniej wielkości ziarn czy kryształów, składających skałę. Proszek w ten sposób otrzymany szlakuje się następnie i płóce, w końcu suszy. Ponieważ może on zawierać drobne zrudry żelaza, które odprysły podczas proszkowania w młynku, należy go więc „wymagnesować“, t. j. wyciągnąć zeń żelazo zapomocą zwykłego ręcznego magnesu. Proszek dobrze przyrządzony powinien posiadać możliwie jednakową średnicę ziarn i nie zawierać okruchów złożonych, lecz tylko jednorodne. Właściwa czynność oddzielania, czyli izolowania składników, polega na zanurzaniu proszku w cieczach ciężkich o tak dobranej gęstości, by jedne części składowe proszku (lżejsze) mogły w nich pływać, drugie (cięższe) — tonąć. Jeżeli czynność tę wykonamy w swoistym wydłużonym „lejku separacyjnym“ (przyrząd japończyka Harady = harada) zaopatrzonym w poziomy i przedziurawiony korek szklany, to, przekręcając ten ostatni, możemy część cieczy spuścić do podstawionej zlewki lub drugiego zwykłego lejka (z sączkiem) i oddzielić tym sposobem minerały cięższe od minerałów lżejszych.

Najpospoliciej używane przez petrografów *ciecze ciężkie* są następujące: ciecz Thouletta, bromoform i jodek metylenu. Ciecz Thouletta jest wodnym roztworem jodku potasowego (KJ) i jodku rtęciowego (HgI_2) w stosunku 1:1.239. Najwyższa jej gęstość sięga 3.196. W tak ciężkim płynie utrzymuje się na powierzchni wiele minerałów bezbarwnych, jak kwarc i skalenie (ć. wł. 2.5—2.8), a nawet takich, jak turmalin (ć. wł. 3.1) fluspat i apatyt (3.1—3.2). W cieczy Thouletowskiej można zatem dokonać rozdziału skaleni i kwarcu od minerałów grupy piroksenu i amfibolu, których ciężar właściwy przekracza zwykle 3.2. Rozcieńczając ją odpowiednio wodą, można także oddzielić kwarc od plągjoklazów i rozmaite ogniwa tych ostatnich. Ciecz Thouletta jest najpopularniejszą cieczą ciężką. Główna jej zaleta polega na tem, że łatwo daje się

przyszedłoby, że nie jest zbyt droga i że można ją łatwo regenerować przez proste odparowanie wody. Dwie inne cieczce, wyżej wspomniane, bromoform i jodek metylenu, są o wiele droższe, a ich synteza jest stosunkowo dość skomplikowana i kłopotliwa. Bromoform (CH_3Br) o ρ w. 2.84 wybornie nadaje się do oddzielania kwarcu i skaleni od minerałów zabarwionych (zawierających żelazo i cięższych), jodek metylenu natomiast (CH_2J_2), którego gęstość w t. $16^\circ C.$ wynosi 3.32, doskonale oddaje usługi przy oddzielaniu minerałów żelazistych, jak amfibole i pirokseny. Bromoform miesza się z alkoholem etylowym, jodek metylenu — z benzolem, a regeneracja obu tych cieczy uskutecznia się zapomocą dystalacji. Wreszcie, w celach separacji minerałów o ρ w. większym od 3.3, używa się z powodzeniem rozmaitych stopów bezbarwnych, z których najpraktyczniejszym okazała się sól podwójna azotanu srebra i talu ($AgTiN_2O_6$) o punkcie topliwości $75^\circ C.$ a ciężarze właściwym około 5, dająca się rozcieńczać wodą. W tym stopie można więc rozdzielić np. cyrkon od korundu lub ilmenitu. Kombinując wymienione cieczce i stopy, możemy izolować niemal wszystkie minerały skałotwórcze z ich zespołów naturalnych. Rzecz oczywista, w praktyce ta izolacja nie odbywa się tak łatwo, jakby to było pożądane. Przyczyny napotykanych zwykle trudności tkwią w tem, że niepodobna prawie otrzymać proszku o jednakowej średnicy ziarn i zupełnej ich jednorodności. To sprawia, że obok ziarn jednorodnych opadają na dno naczynia lub pływają na powierzchni cieczy także ziarna mieszane, składające się z dwu lub kilku minerałów o rozmaitych ciężarach właściwym. Niejednorodność ziarn powodują także rozmaite wrostki i inkluzje obce, o których była mowa wyżej (str. 121). Atoli te trudności dają się zazwyczaj przewyciężyć przez kilkakrotne powtórzenie czynności izolacyjnych i przez nabycie niezbędnej w ich wykonywaniu sprawności. W rezultacie niemal zawsze można rozdzielić nawet skałę złożoną z kilku minerałów i otrzymać je w stanie dostatecznie lub nawet zupełnie czystym i jednorodnym. Nie potrzebuję dodawać, że w tych czynnościach separacyjnych niezbędna jest ciągła pomoc mikroskopu, który sprawdza ich postępy i ocenia stopień czystości otrzymanych ostatecznie wyników.

Oprócz metody hydrostatycznej do oddzielania minerałów skałotwórczych stosujemy także *metodę elektromagnetyczną*. Już zwykłym magnesem ręcznym możemy z mieszaniny skalnej wyciągać dokładnie minerały, obdarzone magnetyzmem naturalnym, jak np. magnetyt, tak powszechnie napotykanym w skałach wulkanicznych. Jeżeli magnes uczulimy i wzmocnimy, przepuszczając przez niego prąd elektryczny, to otrzymamy już przyrząd, za pomocą którego jesteśmy władni rozdzielać wszystkie minerały żelaziste od minerałów, żelaza nie posiadających. Budowane w tym celu elektromagnesy stanowią dziś niezbędne uzupełnienie inwentarza każdej pracowni petrograficznej.

Metody izolacyjne posiadają dla badań skałoznawczych pierwszorzędne znaczenie. Umożliwiają one bowiem dokładne rozpoznawanie części składowych skały i pozwalają na ilościowe ich oznaczanie. Minerały wyodrębnione ze skały możemy badać fizycznie, np. oznaczać ich ciężar właściwy, współczynniki załamania światła (metoda imersyjna), a co najważniejsza, możemy je dokładnie analizować chemicznie i sprawdzać lub uzupełniać tym sposobem wyniki diagnozy mikroskopowo-optycznej. Na tej drodze odkryto też i zbadano długi poczet nieznanych przedtem minerałów skałotwórczych.

Powiedzieliśmy powyżej, że *metody chemiczne* badania skał walczą o lepsze z metodami mikroskopowo-optycznymi. W petrografii bowiem współczesnej własności skał chemiczne są badane równie skrupulatnie, jak skład mineralny i struktura mikroskopowa zespołu skalnego. Powiemy nawet więcej. Metody chemiczne mają znaczenie bardziej powszechne, sięgają głębiej w istotę substancjonalną skały, niżby o tem można było wnioskować jedynie na podstawie badania mikroskopowego. Analiza chemiczna pokonywa trudności, wobec których mikroskop staje bezradny. Możemy bowiem za pomocą metod chemicznych oznaczać części składowe nieprzezroczyste i bezpostaciowe (szkła wulkaniczne), których diagnoza optyczna bywa albo niedostateczna, albo zgoła niemożliwa. Poza tem metody chemiczne sprawdzają i uzupełniają oznaczenia optyczne, a ta możliwość kontrolowania wyników rozmaitemi sposobami jest dla przyrodnika warunkiem nieodzownym pewności i prawdziwości jego uogólnień i wywodów. Obie

metody — optyczna i chemiczna — nawzajem się uzupełniają i są nawzajem sobie niezbędne. Na dobro jednak metod mikroskopowych, prócz ich „elegancji“, o której mówiliśmy wyżej, należy jeszcze zapisać i to, że wymagają one znacznie mniejszego nakładu czasu, niż żmudne częstokroć i długotrwałe zabiegi analityczno-chemiczne.

Metody chemiczne w petrografii są przeważnie metodami analitycznymi. Znajomość chemii analitycznej jest dla skałoznawcy równie niezbędna, jak znajomość techniki mikroskopowo-optycznej. Tem bardziej, że ta „znajomość“ w praktyce musi osiągnąć stopień wysokiej biegłości. Niektóre działy chemii analitycznej stały się nawet, do pewnego stopnia, specjalnością mineralogów i petrografów, że wspomnę tu tylko o analizie krzemianów i skał krzemianowych — tych najważniejszych i najliczniejszych składników litosfery.

W petrografii odróżniamy rozbiory chemiczne ryczałtowe, cząstkowe (parcjalne) i rozbiory minerałów wyodrębnionych. Analiza ryczałtowa traktuje skałę jako naturalną całość i podaje procentowo wagowy skład tworzących ją pierwiastków chemicznych. Analiza minerałów, ze skały wyodrębnionych, musi być poprzedzona przez czynności izolacyjne. Poza tem, co do istoty swej nie różni się w niczem od rozbioru ryczałtowego. Co się zaś tyczy rozbiorów parcjalnych, to wymagają one kilku słów wyjaśnienia. Agregaty skalne składają się z minerałów, zachowujących się odmiennie względem odczynników chemicznych. Jedne z nich rozpuszczają się np. łatwo w kwasach, gdy inne zmianie nie ulegają. Jeżeli więc mamy do czynienia ze skałą, zawierającą minerały obu kategorii, t. j. rozpuszczalne w kwasach i względem nich obojętne, to, traktując ją kwasem odpowiednim, możemy składniki rozpuszczalne oddzielić od nierozkładnych i zanalizować je osobno. Tak np. prawapień, złożony z kalcytu i diopsydu, potraktowany kwasem solnym, dzieli się na dwie części, z których jedna (kalcyt) rozpuści się, druga (diopsyd) pozostanie nienaruszona. Tę ostatnią możemy zważyć i oznaczyć procentowy jej udział w budowie skały, możemy ją dalej zanalizować i znaleźć jej skład chemiczny, a na jego podstawie prowadzić formułę chemiczną. Używając znów kwasu solnego,

dokonywamy w sposób ilościowy rozdziału rozpuszczalnego anortytu od nierozkładnego korundu, lub — nefelinu od albitu. W innych przypadkach, kiedy skała składa się z minerałów, które wszystkie są na działanie kwasu solnego nieczułe, uciekamy się do mieszaniny kwasu fluorowodorowego i siarkowego, które atakują skutecznie wszystkie niemal krzemiany, nie tykają jednak tlenków takich, jak cyrkon, korund, spinel i inne. Na tej podstawie opiera się metoda ilościowego oddzielania i oznaczania tych minerałów w granitach, syenitach i tym podobnych skałach. Tę czynność izolacyjną spełniać jednak mogą nietylko kwasy, ale i alkalja. Lemberg, mianowicie, zastosował zgęszczony ług sodowy do oddzielania metakrzemianów (piroksenów i amfiboli) od minerałów skaleniowych, które po dłuższej digestji przechodzą w łatwo rozpuszczalne związki dzeolityczne i mogą być tym sposobem oddzielone od metakrzemianów. Jak widzimy, metody izolacji chemicznej uzupełniają bardzo istotnie rozdzielanie na drodze hydrostatycznej, o którym mówiliśmy wyżej. Postępowanie chemiczne o tyle w niektórych razach jest korzystniejsze, że pozwala jednocześnie na ilościowe oznaczenie części składowych badanej skały.

Co się tyczy właściwych metod analitycznych, to zapożyczamy je całkowicie z chemji analitycznej. Do celów petrografji posługujemy się przeważnie metodami wagowemi, jakkolwiek i metody miareczkowe i kolorymetryczne bywają nierzadko stosowane. Analiza chemiczna dąży do możliwie dokładnego oddzielania pierwiastków, składających skałę, czy minerał, i do możliwie dokładnego ich oznaczania ilościowego. Dobry analityk musi mieć następujące zalety: czystość, dokładność, cierpliwość i krytycyzm. Od tych warunków osobistych wykonawcy rozbioru zależy w wysokim stopniu ścisłość otrzymywanych wyników. Nawet doświadczony i wytrawny analityk nie poprzestaje w zasadzie na jednolitem wykonaniu oznaczeń, dążąc wszędzie tam, gdzie to jest tylko możliwe, do kilkakrotnego, a co najmniej, dwukrotnego sprawdzania wyników pierwotnie otrzymanych. By osiągnąć należyłą wprawę i pewność siebie, analityk rozpoczyna od poznania każdej metody analitycznej z osobna, wybierając do ćwiczeń przedwstępnych związki czyste, krystaliczne, o dobrze znanym, stałym wzorze chemicz-

nym, który mu umożliwi kontrolę wyników. Dalej ścisłość analityczna wymaga, by odczynniki wprowadzane do analizy, były rzeczywiście „chemicznie czyste“, gdyż drobne nawet ich zanieczyszczenia wpływają mogą w sposób ujemny na wyniki rozbiorów. Wszędzie tam, gdzie to jest tylko możliwe, analityk ucieka się do pomocy mikroskopu, by zbadać, czy otrzymane przezeń t. zw. osady są istotnie ciałami jednorodnymi, nie zaś mieszaninami. Zaleca się to zwłaszcza w tych przypadkach, kiedy owe „osady“ mają być ciałami krystalicznymi, jak np. przy oznaczaniu fosforu metodą molibdenową lub przy oznaczaniu potasu metodą platynianową. Prócz tego niezbędną jest rzeczą badanie chemiczne otrzymanych osadów co do ich czystości. Tak np. należy się zawsze przekonać, czy oddzielona od innych pierwiastków krzemionka nie zawiera domieszek tytanu i cyrkonu, lub czy strącone wodziany żelaza i glinu są wolne od domieszek fosforu i rzadkich pierwiastków z grupy ceru, i t. d. Analiza skał, a zwłaszcza skał krzemianowych, nie jest tedy rzeczą łatwą. Kompletny ryczałtowy rozbiór chemiczny granitu musi zawierać oznaczenia przynajmniej 10 — 13 pierwiastków, a w przypadkach wyjątkowych, liczba tych oznaczeń może wzrosnąć do 15 i więcej. Nawet sprawny i doświadczony analityk zużywa na taką analizę około 30 dni, pracując dziennie po kilka godzin i mając do dyspozycji dobrze urządzoną i zaopatrzoną pracownię, a nadewszystko komplet niezbędnych naczyń platynowych, bez których dokładnego rozbioru krzemianów niepodobna wykonać. Do zwykłych celów diagnostycznych zadowalnimy się jednak oznaczeniem tylko ośmiu następujących pierwiastków (w formie tlenków): krzemu, glinu, żelaza, wapnia, magnezu, potasu, sodu i wodoru. Rzecz naturalna, poszczególne pozycje takiej „skróconej“ analizy są właściwie sumami pierwiastków, a nie pierwiastkami (tlenkami) pojedynczemi. W każdym bądź razie analiza chemiczna skał krzemianowych należy do metod najbardziej, że tak powiem, kosztownych i absorbujących najwięcej czasu badaczowi. To też niektórzy petrografowie, zrażeni temi trudnościami, pozbywają się kłopotu analizowania w ten sposób, że składają go w ręce zawodowych chemików analityków. Jest to „metoda“ bardzo praktyczna, bo za niewielki stosunkowo ekwiwalent pieniędzy daje do rozporządzenia „petrografa“ szereg

cyfr niezbędnych. Piszący te słowa ma jednak poważne wątpliwości, czy jest ona godna polecenia. Jestem przekonany, że prawdziwie „rasowy“ petrograf, który jest jednocześnie geologiem, dla którego skała nie jest li tylko objektem analitycznym, lecz który ją zebrał w terenie, przestudjował naturalne warunki i formy jej występowania oraz zrozumiał ten akt geologiczny, w którego wyniku dana skała zajmuje dzisiejsze swe stanowisko wśród najbliższego otoczenia i w budowie litosfery, — jestem, powtarzam, przekonany, że taki petrograf nie powierzy *swojej* skały obojętnemu dla niej chemikowi-analitykowi, lecz, przyswoiwszy sobie jego nie tak znów trudny kunszt, zbada ją sam wszechstronnie. Jest to tem bardziej, zdaniem mojem, nieodzowne, że badania chemiczne skały muszą być statecznie wspierane metodami mikroskopowo-optycznymi, których chemicy zwykle nie używają. Nie mówię tu już o analizach parcjalnych i o rozbiorach minerałów wyodrębnionych, których wprost niepodobna wykonywać bez biegłej znajomości metod petrograficznych. Łatwiej jest przeto petrografowi przyswoić sobie nieliczne zresztą metody chemji analitycznej, niż chemikowi — uczyć się krystalografji, mineralogji i petrografji. Twierdzę to tem śmieiej, że im gruntowniej zapozna się skałoznawca z chemją, tem głębiej i wszechstronniej będzie mógł opanować piękny świat kamieni.

Znając analizę ryczałtową skały oraz posiadając rozbiory chemiczne tworzących ją minerałów, możemy tem samem obrać jej procentowy skład mineralny. Jest to ostateczny wynik wszystkich zabiegów analitycznych: określa on liczbowo systematyczne stanowisko skały, streszcza jej skróconą niejako fizjografję i tworzy ilościową podstawę do rozważań genetycznych i fizyczno-chemicznych. Wynik to tak poważny, że warto dlań poświęcić choćby miesiąc czasu i ponieść trudy analityczne.

2. PODZIAŁ PETROGRAFJI NA POSZCZEGÓLNE GAŁĘZIE.

Przechodząc teraz do podziału petrografji na poszczególne gałęzie, zgóry możemy przewidzieć, że podział ten będzie analogiczny do tego, jaki przyjęliśmy dla mineralogji. Odróżniamy więc i tu petrografję ogólną i szczegółową, petrografję teoretyczną

i petrografię stosowaną. Pomiędzy petrografią ogólną a szczegółową zachodzi jednak stosunek do pewnego stopnia odmienny, niż pomiędzy analogicznymi gałęziami mineralogii. Gdy bowiem w tej ostatniej studjowanie zaczyna się od wiadomości ogólnych, a następnie dopiero przenosi się je do dziedziny opisowej, w skałoznawstwie porządek rzeczy jest odwrócony: początkujący musi się wprawdzie zapoznać z petrografią szczegółową, by następnie dopiero móc rozpocząć studia nad skałoznawstwem ogólnem. Petrografia szczegółowa, czyli opisowa, może być podzielona: 1) na *petrografię mikroskopową*, badającą i opisującą własności mikroskopowe skał i składających je minerałów (jest to t.zw. przez Rosenbuscha „mikroskopowa fizjografia skał i minerałów skałotwórczych“); 2) na *petrografię chemiczną*, badającą własności chemiczne skał; 3) na *petrografię regionalną*, zajmującą się geograficznym rozmieszczeniem skał rozmaitych, i t. p. Wszystkie te dyscypliny, razem wzięte, stanowią właściwą opisową naukę o skałach, czyli *petrografię κατ'εξοχήν*, której dopiero, jako całości, przeciwstawia się skałoznawstwo ogólne, czyli *petrologja*, zwana także *litologją*. Przedmiot tej ostatniej stanowią zagadnienia genetyczne i fizyczno-chemiczne. Petrografia i petrologja są naukami teoretycznymi i, jako takie, stanowią podstawę *skałoznawstwa stosowanego*, które zajmuje się skałami z punktu widzenia ich użyteczności.

Petrografia właściwa (skałoznawstwo opisowe) jest nauką tak obszerną, że w praktyce rozpada się ona na pewne zamknięte w sobie działy, zależnie od kategorii skał przez nią opisywanych. Ażeby się z podstawami tego podziału zapoznać, musimy przedewszystkiem podać tu w zwięzłym ujęciu najważniejsze *słownictwo petrograficzne*, bez którego dalsze wywody byłyby niezrozumiałe.

Zacznijmy od samej skały. Dotychczas umyślnie unikaliśmy bliższej definicji tego pojęcia. Nazwaliśmy skałę prosto agregatem naturalnym minerałów. Ale w tem określeniu brak jeszcze zasadniczego czynnika, a mianowicie momentu geologicznego, bez którego definicja skały byłaby niekompletna. Rosenbusch, autor znanych podręczników petrografji, pojęcie skały określa, jak następuje. „Skała jest agregatem minerałów, występującym

samoistnie wśród innych podobnych zespołów, powstałym na skutek osobnego aktu geologicznego, substancjonalnie od sąsiadów swych niezależnym, ujawniającym w składzie, budowie wewnętrznej i formie związek przyczynowy ze sposobem swojego powstawania“. Jak z tej obszernej definicji wynika, diagnoza skały polega na oznaczeniu jej składu mineralnego (moment mineralogiczny), tudzież na stwierdzeniu jej genezy i udziału, jaki bierze w budowie litosfery (moment geologiczny).

Części składowe skał, czyli minerały skałotwórcze, mają dla terminologii petrograficznej znaczenie dominujące. Biorąc pod uwagę ich ilość, jakość, wielkość, formę, stan skupienia i t. d., możemy skały dzielić i nazywać w sposób rozmaity. I tak, ze względu na ilość minerałów, biorących udział w budowie, odróżniamy skały *proste* i *złożone*: pierwsze składają się przeważnie z jednego tylko minerału (skały monomineralne, np. marmur, sól kamienna, kwarcyt), drugie — z dwu lub kilku przeważających (skały polimineralne, np. granit, szarogłaz). Biorąc pod uwagę nie ilość składników, lecz ich morfologię, dojdziemy do podziału na skały *krystaliczne* (porfir, granit, marmur) i *okruchowe* (druzgoty, zlepieńce, tufy wulkaniczne). Inaczej wypadnie podział, jeżeli go dokonamy ze względu na stan skupienia, musimy bowiem odróżnić wówczas skały *zwarte* (granit, wapieniak, piaskowiec) od skał *sypkich* (piasek, popiół wulkaniczny, śnieg) i *ciekłych* (lawo wulkaniczna, ropa naftowa). Jeżeli za kryterjum podziału weźmiemy wielkość części składowych, to słownictwo będzie znów inne, albowiem jedne skały musimy nazwać *gruboziarnistemi* (granit), inne znów — *drobnoziarnistemi* lub *zbitemi* (bazalt-anamezyt, rogowiec). W specjalnem zastosowaniu do skał krystalicznych mówimy jeszcze o skałach *fanokrystalicznych* (jawno - krystalicznych) tudzież o skałach *kryptokrystalicznych* (skryto - krystalicznych). Ze względu na pochodzenie składników odróżniamy skały pochodzenia nieorganicznego, zwane *minerogenicznemi* (marmur, alabaster), od skał pochodzenia organicznego, wśród których jedne są *zoogeniczne* (kreda, wapień koralowy) drugie — *fitogeniczne* (węgiel kamienny, ziemia okrzemkowa). Podobnież i części składowe skały otrzymują rozmaite nazwy, zależnie od punktu widzenia, z którego je rozpatrujemy. Mó-

wimy więc o składnikach *pierwotnych* i *wtórnych*, *autogenicznych* (powstałych na tem samym miejscu) i *allogenicznych*, czyli powstałych na innem miejscu, niż sama skała; wreszcie — o składnikach *głównych*, czyli *istotnych*, i o składnikach *podrzędnych*, czyli *pobocznych*, i t. d.

Najważniejszym jednak momentem zarówno terminologicznym, jak i klasyfikacyjnym jest w petrografji moment genetyczno-geologiczny. Ze względu na sposób powstawania i występowania skał w skorupie ziemi odróżniamy mianowicie trzy wielkie ich działy:

I. *skały ogniowe* (masywne, lite), składające się przeważnie z krzemianów i kwarcu, a krzepnące bądź w głębi ziemi (skały *głębinyowe*), bądź na jej powierzchni (skały *wybuchowe*, *wylewne*);

II. *skały osadowe* (uwarstwione), będące bądź osadami *chemicznymi* i *biochemicznymi*; bądź też — *mechanicznymi*; oraz

III. *skały metamorficzne*, powstające ze skał dwu pierwszych kategorii pod wpływem czynników fizycznych i chemicznych.

Odrazu zaznaczyć wypada, że utwory geologiczne pierwszej kategorii są tem prażródłem, nigdy się nie wyczerpującem, które daje początek wszystkim innym elementom skalnym litosfery, i dlatego odgrywają w jej budowie rolę najważniejszą. Współczesna petrografja wyrosła i rozwinęła się głównie na tle badań skał wybuchowych. Do niedawnego jeszcze czasu, mówiąc o petrografji, myślało się o nauce, badającej przeważnie skały pochodzenia ogniowego. W ciągu ostatnich paru dziesięcioleci powstała nauka o skałach metamorficznych, a dopiero w dobie dzisiejszej zaczęła rozwijać się petrografja skał osadowych. Metodyka i słownictwo, w tych trzech działach używane, są tak odmienne, że możnaby je poniekąd uważać za osobne dyscypliny przyrodnicze. W każdym razie, w następstwie musimy je rozważać osobno.

3. NAUKA O SKAŁACH POCHODZENIA OGNIOWEGO.

By należycie zrozumieć i ocenić doniosłość tego działu petrografji, musimy przedewszystkiem zdać sobie sprawę ze stosunków, jakie panują w litosferze pod względem jej składu che-

micznego. Spostrzeżenia geologiczne i wiercenia głębokie warstw powierzchniowych, sięgające obecnie do 2000 m, pouczają, że wszędzie pod skałami osadowymi spoczywają ostatecznie skały pochodzenia ogniowego lub metamorficznego. Już z tego tylko wynika, że litosfera w przeważającej swej masie składa się ze skał masywnych i że skały uwarstwione stanowią nieznaczną tylko zewnętrzną jej powłokę, która w dodatku na znacznych przestrzeniach kuli ziemskiej została doszczętnie niemal zniesiona (t. zw. tereny krystaliczne, jak płyta Wołyńsko-ukraińska, tarcza Skandynawska, płyta Kanadyjska, jądra krystaliczne wielu gór pasmowych i t. d.).

Litosfera, jako całość, musi tedy mieć skład mineralny a, co za tem idzie, i chemiczny zbliżony do przeciętnego składu skał masywnych, które, jak już wiemy, są zespołem rozmaitych krzemianów, włączając w nie i czysty dwutlenek krzemu (kwarc). I w rzeczy samej, F. W. Clarke¹⁾ zdołał w sposób prosty, a zarazem przekonywający, obliczyć przeciętny skład litosfery, z którego wynika, że zbliża się on do składu jakiejś „przeciętnej“ skały głębinowej, powiedzmy, do jakiegoś „teoretycznego diorytu“. Wynik ten jest znamienity i tak dla pojmowania przyrody nieożywionej kapitalny, że musimy go tu — w zarysach przynajmniej ogólnych — powtórzyć za wymienionym badaczem amerykańskim. Biorąc pod uwagę tylko nieznaczną część skorupy ziemskiej, a mianowicie tylko jej powłokę zewnętrzną o grubości 10 mil angielskich (około 16 km), F. W. Clarke oblicza, że składa się ona na wagę z 93% właściwej litosfery i 7% hydrosfery (stosunkowa waga atmosfery wyraża się tylko ułamkiem 0.03%). Obchodząca nas tu bliżej litosfera zawiera, jak to wykazują rozważania geologiczne, tyżące się rozpowszechnienia skał, ich przybliżonej objętości i masy, 95% wag. skał pochodzenia ogniowego, 4% skał metamorficznych, czyli t. zw. łupków krystalicznych, i tylko 1% właściwych skał osadowych: piaskowców (0.75%) i wapieni (0.25%). Ponieważ skład chemiczny tych skał znany jest dobrze z licznych analiz, które F. W. Clarke sumuje i z których wyprowadza przeciętne, możemy z nich przeto wno-

¹⁾ The Data of Geochemistry. Washington, 1920. Wyd. 4-e

sić, uwzględniając stosunkową masę każdej kategorii skał, o składzie skorupy ziemi, jako całości, w zakreslonych wyżej granicach. Ostateczne wyniki, do których badacz amerykański dochodzi, są następujące. Litosfera składa się z 18 pierwiastków głównych: 47.17% tlenu, 28.00% krzemu, 7.84% glinu, 4.44% żelaza, 3.42% wapnia, 2.27% magnezu, 2.43% sodu, 2.49% potasu, 0.23% wodoru, 0.44% tytanu, 0.19% węgla, 0.06% chloru, 0.11% fosforu, 0.11% siarki, 0.09% baru, 0.08% manganu, 0.03% strontu, 0.10% fluoru. Wszystkie inne, wyżej nie wymienione pierwiastki tworzą tylko 0.5% całości ziemi. Wobec tego, że skały ogniowe stanowią w całej masie litosfery aż 95%, przeciętny skład skał pochodzenia ogniowego niewiele przeto różni się od przeciętnego składu całej litosfery. Przekonywamy się o tem z liczb, niżej przytoczonych, które podają w formie tlenków przeciętny skład litosfery i przeciętny skład skał pochodzenia ogniowego (w nawiasie). Litosferę składają tedy tlenki następujące: SiO_2 59.85% (59.93), Al_2O_3 14.87% (14.97), Fe_2O_3 2.63% (2.58), FeO 3.35% (3.42), MgO 3.77% (3.85), CaO 4.81% (4.78), Na_2O 3.29% (3.40), K_2O 3.02% (2.99), H_2O 2.05% (1.94), TiO_2 0.73% (0.74), ZrO_2 0.03% (0.03), CO_2 0.70% (0.48), P_2O_5 0.25% (0.26), S 0.10% (0.11), SO_3 0.02% (0.00), Cl 0.06% (0.06), F 0.10% (0.10), BaO 0.10% (0.11), SrO 0.04% (0.04), MnO 0.09% (0.10), NiO 0.03% (0.03), Cr_2O_3 0.05% (0.05), V_2O_5 0.02% (0.05), Li_2O 0.01% (0.01), C 0.03% (0.00).

Te suche napozór liczby są jednak wielce wymowne. Dowodzą one nadewszystko olbrzymiej przewagi skał wybuchowych nad wszelkimi innymi kategorjami agregatów mineralnych. Wyczytujemy z nich następnie, że litosfera składa się właściwie z 8 najważniejszych pierwiastków, na których czele stoją tlen i krzem, a za nimi — glin, żelazo, wapń, magnez, potas i sód. Dalszych 10 pierwiastków, a mianowicie: wodór, tytan, węgiel, chlor, fosfor, siarka, bar, mangan, stront i fluor, odgrywa już tylko rolę podrzędną, tworząc od 0.44 do 0.03% masy litosfery. Wszystkie zaś inne pierwiastki, a znamy ich dzisiaj około setki, występują w znikomiej tylko ilości, gdyż czynią razem zaledwie 0.5% masy globu ziemskiego. Jeżeli dalej zważymy, że z pomiędzy ośmiu stałych naczelných pierwiastków skorupy ziemskiej jeden jest tylko metaloidem (krzem), reszta zaś — metalami, i że krzem z tlenem

daje kwasowy dwutlenek krzemu (SiO_2), metale zaś z tlenem tworzą tlenki zasadowe, to z łatwością przekonamy się o krzemianowym składzie skorupy ziemskiej. Liczba najważniejszych tlenków, wytwarzających owe krzemiany, nie może być również wielka. Jest ich naogół 9 wraz z wodą: dwutlenek krzemu i tlenki zasadowe: glinowy, żelazowy, żelazawy, wapniowy, magnezowy, sodowy i potasowy. Owe tlenki zasadowe w temperaturach podniesionych wnętrza ziemi muszą łączyć się z krzemionką, tworząc pewną liczbę soli krzemowych, zwanych krzemianami. Liczba tych ostatnich, znowu, jak się łatwo domyślamy, nie może być znaczna. Będą to kombinacje krzemionki z 8-ma tlenkami zasadowymi, przewidywane przez chemję nieorganiczną. A więc tam, gdzie przeważają zasady (w poziomach głębszych), powstawać będą przeważnie krzemiany zasadowe, jak ortokrzemiany R_2SiO_4 (np. Mg_2SiO_4) lub metakrzemiany $RSiO_3$ (np. $MgSiO_3$); w poziomach natomiast płytszych, w których biorą górę krzemionka, glinka i pierwiastki alkaliczne, wytworzą się glinokrzemiany typu $RAl_2Si_2O_8$ (np. $CaAl_2Si_2O_8$) lub typu $RAl_2Si_4O_{12}$ (np. $K_2Al_2Si_4O_{12}$), lub wreszcie typu $RAl_2Si_6O_{16}$ (np. $K_2Al_2Si_6O_{16}$), te ostatnie — obok wolnej krzemionki (kwarcu), jeżeli istnieje ona w odpowiednim nadmiarze. Podstawiając zamiast R pierwiastki metaliczne, a więc żelazo, magnez, wapń, sód, potas, a częściowo także wodór, otrzymamy wszystkie możliwe najważniejsze kombinacje „krzemianów“, stanowiących litosferę. Dochodzimy tedy do pojęcia „minerałów skałotwórczych“ *par excellence*. I znowu podkreślić tu musimy, że poczet ich nie będzie liczny. Poza kwarcem, najbardziej rozpowszechnionymi minerałami skałotwórczymi są: skalenie, skalenionce, miki, pirokseny, amfibole i oliwiny. Są to owe najelementarniejsze, ale zarazem i najważniejsze „cegiełki“, z których zbudowana jest litosfera w swych częściach głębszych (porówn. str. 59 „Wstępu do mineralogji“). Rzecz naturalna, w powierzchniowych warstwach litosfery stosunki zmieniają się o tyle, iż tu — poza dominującym także kwarcem — przeważają minerały wtórne, jak węglany i krzemiany uwodnione. One to wraz z kwarcem stanowią ów 1% skał osadowych, który podaje w swym rachunku F. W. Clarke. Ponieważ te minerały wtórne pochodzą z pierwotnych krzemianów, przeto stosunki geo-

chemiczne pozostają i tu naogół też same, z tą tylko różnicą, że wzmagają się tu zawartość wodoru (wody) i węgla (CO_2). Z tego wynika, że zewnętrzna skorupa ziemi składa się przeważnie z wymienionych powyżej kilkunastu pierwiastków lżejszych, zespolonych w formie krzemianów. Wynika stąd dalej także i to, że związki cięższe natury metalicznej muszą się gromadzić w głębszych poziomach litosfery, czyli w t. zw. jądrze ziemi. Dowodzi tego jeszcze i masa całego globu ziemskiego, obrachowana na 5.5, gdy ciężar właściwy najpospolitszych skał jego skorupy nie przekracza zwykle 3.0. Złoża kruszcowe, napotymane w poszczególnych punktach ziemi, muszą więc pochodzić z głębi ziemi i wydostawać się na jej powierzchnię w związku z procesami wulkanicznymi i hydrotermalnymi. W składzie chemicznym litosfery zewnętrznej pierwiastki metali ciężkich, z wyjątkiem żelaza, odgrywają znikomą tylko rolę.

Systematyka skał pochodzenia ogniowego.

Rozważania powyższe i konsekwencje, wypływające ze składu chemicznego litosfery, prowadzą nas bezpośrednio do kwestji składu mineralnego i systematyki skał pochodzenia ogniowego. W myśl wywodów, tylko co przytoczonych, składnikami tych skał może być kwarc i krzemiany glinu, żelaza, wapnia, magnezu, sodu i potasu. Są to, oczywiście, składniki główne, występujące masowo. Zatrzymajmy się narazie tylko na nich. Najważniejszą modyfikacją dwutlenku krzemu, z którą mamy do czynienia w skałach wybuchowych, jest kwarc β . Co do krzemianów, to wśród skał naczelne miejsce zajmują z jednej strony ortoklaz, mikroklin i albit, czyli t. zw. skalenie alkaliczne, z drugiej zaś — t. zw. plagioklasy, czyli skalenie wapienno-sodowe, tworzące kryształy mieszane sodowego albitu z wapiennym anortytem. Pod względem chemicznym skalenie należą do glinokrzemianów typu $RA_2Si_6O_{16}$, gdzie $R = K_2, Na_2$ (ortoklaz — mikroklin i albit), tudzież do typu $RA_2Si_2O_8$, w którym $R = Ca$ (anortyt). Skaleniuowce również są dwojakiego rodzaju: jedne zbliżają się do uproszczonego wzoru $Na_2Al_2Si_2O_8$ (nefelin, sodalit, nozean, te ostatnie zawierają także Na_2Cl_2 i Na_2SO_4), drugie odpowiadają wzorowi $K_2Al_2Si_4O_{12}$ (leucyt). Jak widzimy, między skaleniami

i skaleniuwcami istnieje duże podobieństwo chemiczne. Są to typowe glinokrzemiany, podobnie jak kwarc, bezbarwne. Za przykładem petrografów amerykańskich będziemy je nazywać w dalszym ciągu składnikami salicznymi (od przymiotnika *salic*, utworzonego z pierwszych głosek wyrazu *silicium* = krzem i *aluminium* = glin). Inne naczelné grupy minerałów skałotwórczych, a mianowicie metakrzemiany (pirokseny i amfibole) i ortokrzemiany (oliwiny), zawierają zwykle w składzie swoim żelazo i magnez, skąd nazywać je będziemy — również zwyczajem amerykańskim — składnikami femicznymi (od przymiotnika *femic*, utworzonego z pierwszych głosek wyrazu *ferrum* = żelazo i *magnesium* = magnez). Składniki femiczne są zabarwione i cięższe od salicznych. Wśród piroksenów skałotwórczych odróżniamy grupę piroksenów rombowych (bronzyt, enstatyt) i jednoskośnych (diopsyd, augit, egiryn). Podobnie i amfibole skałotwórcze, jakkolwiek najczęściej jednoskośne (zwykła „hornblendą“, amfibole alkaliczno-żelaziste), mają jednak i modyfikacje rombowe (gedryt), a nawet trójskośne (rönit). Pod względem chemicznym pirokseny i amfibole są, w ogólnem ujęciu, metakrzemianami typu $RSiO_3$, w którym $R = Fe^{II}, Mg, Ca$, ale niektóre pirokseny zawierają, prócz tego, Fe^{III}, Al , a także Na , amfibole zaś — ponadto jeszcze wodór (hydroksyl) i fluor. Pomimo swej teoretycznej prostoty, są to zatem związki niekiedy bardzo skomplikowane. Pirokseny i amfibole różnią się pod względem krystalograficznym, a co za tem idzie — i pod względem łupliwości, która w obu przypadkach jest doskonała i pryzmatyczna, ale gdy w przypadku piroksenów kąt łupliwości $(110:1\bar{1}0)$ równa się niemal prostemu (ok. 88°), w przypadku amfiboli jest on rozwartý (ok. 124°). Co do grupy oliwinów skałotwórczych, to, chemicznie rzeczy biorąc, są one ortokrzemianami typu R_2SiO_4 , gdzie $R_2 = Mg_2, Fe^{II}_2$. Ostatnią grupę naczelných minerałów skałotwórczych stanowią miki (ły-szczyki). Jedne z nich są bezbarwne (saliczne), jak muskowit, inne ciemnobrunatne lub czarne, jak biotyt i lepidomelan. Pod względem chemicznym są to w zasadzie glinokrzemiany potasu, zawierające jednak pierwotny wodór, ale gdy muskowit jest czystym związkiem glinokrzemianowym o wzorze $H_2KAl_3Si_3O_{12}$, to biotyt, prócz glinokrzemianu $HK_2Al_3Si_3O_{12}$, zawiera jeszcze

statecznie domieszkę ortokrzemianu $(Fe, Mg)_2 SiO_4$, skąd zwany jest także miką „żelazisto-magnezową“. Różnią się one także rozwartością kąta osi optycznych, skutkiem czego biotyt nazywamy także miką „jednoosiową“ w przeciwstawieniu do muskowitu, który jest wybitnie dwuosiowy.

Po tej dygresji mineralogicznej możemy już teraz przystąpić do sprawy podziału skał ogniwych. Z rozważań, poprzednio przytoczonych na temat składu głębszych poziomów litosfery, wypada, że skały pochodzenia ogniowego muszą składać się w zasadzie z krzemianów i wolnej krzemionki, przeważnie w modyfikacji kwarcowej β . Mineralogicznie rzeczy biorąc, będą więc to rozmaite kombinacje skaleni, skaleniowców, mik, piroksenów, amfiboli i oliwinów z kwarcem. Atoli liczba możliwych tu kombinacji jest ograniczona. Niektóre bowiem zespoły krzemianów z kwarcem są niemożliwe ze względów chemicznych. Tak np. kombinacja kwarc — nefelin (lub wogóle: kwarc — skaleniowiec) nie da się zrealizować, albowiem wspólna krystalizacja tych ciał da nie nefelin, lecz albit, a w razie większego nadmiaru krzemionki — albit i kwarc. Podobnie wykluczona jest kombinacja: kwarc — oliwin, ponieważ ciała te w stopie muszą najpierw połączyć się na metakrzemian (augit), a w razie nadmiaru krzemionki — dać zespół metakrzemianu i kwarcu. Stąd wypada, że kwarc w skałach ogniwych może występować tylko w kombinacji ze skaleniami alkalicznymi i plagjoklazami, zasobniejszymi w albit, oraz z metakrzemianami i mikami. Ponieważ kwarc i skalenie, jak to wypada ze składu chemicznego litosfery, są najważniejszymi jej składnikami, przeto rozpoczniemy przegląd możliwych kombinacji mineralnych w skałach ogniwych od tych dwóch składników naczelných.

Mamy tedy kombinacje następujące:

- 1) kwarc i skalenie alkaliczne oraz minerały femiczne i saliczne (poza skaleniowcami i ortokrzemianami);
- 2) kwarc i plagjoklasy w zespole z innymi minerałami salicznymi i femicznymi (prócz skaleniowców i oliwinów);
- 3) skalenie alkaliczne oraz inne minerały saliczne i femiczne (ale bez skaleniowców);

4) plądjoklazy wraz z innymi minerałami salicznymi i femicznymi (jednak bez skaleniowców);

5) skalenie alkaliczne i skaleniowce wraz z innymi minerałami salicznymi i femicznymi;

6) plądjoklazy ze skaleniowcami, tudzież innymi minerałami salicznymi i femicznymi;

7) skaleniowce i minerały femiczne;

8) same tylko skalenie, skaleniowce, metakrzemiany, ortokrzemiany i t. d. (czyli t. zw. skały „monomineralne“).

Oto wszystkie najgłówniejsze kombinacje możliwe. Rzecz naturalna—kombinacje nie minerałów pojedynczych, lecz zespoły naczelných grup minerałów skałotwórczych. W ten sposób, niejako dedukcyjny, dochodzimy do podziału skał ogniowych wedle ich składu mineralnego — w zarysach ogólnych. Samo się przez się rozumie, że kombinacje te nie są niczem innym, jak tylko grupami paragenetycznymi, mogącymi powstawać w litosferze — zależnie od panujących w niej warunków fizyczno-chemicznych. Ponieważ, jak mniemamy, układ mas skalnych w głębszej litosferze, a zwłaszcza w jej poziomach magmatycznych, zależny jest od ich ciężaru właściwego, przeto jasną jest rzeczą, że kombinacje lżejsze o przeważających składnikach salicznych muszą skupiać się w poziomach wyższych, kombinacje zaś cięższe o przeważających składnikach femicznych muszą gromadzić się w poziomach głębszych. Z tego również wypływa, że zespoły pierwszego rodzaju są bogatsze w krzemionkę, zawierają bowiem wolny kwarc i obfitujące w dwutlenek krzemu skalenie, zespoły zaś rodzaju drugiego zawierają mniej krzemionki, natomiast są zasobniejsze w metale, jak żelazo, mangan, wapń, magnez. Na ogół rzeczy biorąc, zabarwienie pierwszych jest jaśniejsze, drugich — ciemniejsze. W języku petrograficznym pierwsze nazywamy pospolicie skałami „kwaśnymi“ (t. j. obfitującymi w krzemionkę), drugie — „zasadowymi“ (czyli zasobnymi w zasady).

Praktyka petrograficzna stworzyła dla wszystkich tych kategorii skał ogniowych osobne nazwy. I tak, idąc za porządkiem kombinacyj, wyprowadzonych powyżej, mamy nazwy zbiorowe: 1) granity; 2) dioryty kwarcowe; 3) syenity; 4) dioryty bezkwarcowe, gabro, noryty; 5) syenity nefelinowe; 6) terality; 7) ijolity,

urtyty; wreszcie 8) labradoryty, nefeliny, leucytyty, pirokseny, perydotyty i inne. Odrzuć musimy podnieść z naciskiem, że wszystkie te grupy (rodziny) nie stanowią bynajmniej nic w sobie zamkniętego, lecz że, przeciwnie, są ze sobą związane licznymi niemi pokrewieństwa, i że, jak się zwykle mówi, przechodzą jedne w drugie. Na takie ogniwa przejściowe utworzono liczny szereg nazw osobnych. W obrębie każdej grupy zbiorowej, czy każdej rodziny, odróżniamy liczne rodzaje i gatunki, którym nadaje się znów osobne nazwy, najczęściej zapomocą przymiotnika, utworzonego z nazwy przeważającego składnika femicznego, np.: granit biotytowy, granit biotytowo-muskowitowy (dwumikowy), granit amfibolowy, augitowy i t. d., i t. d.

Po tych wyjaśnieniach natury zasadniczej, możemy teraz przystąpić do omówienia kwestji *systematyki* skał ogniowych. Zasada tej systematyki, podobnie, jak to widzieliśmy w mineralogji, nie jest jednolita. Składają się bowiem na nią aż trzy momenty: genetyczny, strukturalny i mineralogiczno-chemiczny. Z punktu widzenia genetycznego skały pochodzenia ogniowego dzielimy na dwie wielkie gromady:

I. *skały głębinowe*, czyli takie, które zastygały w głębi ziemi pod powłoką innych skał bardziej powierzchniowych, np. metamorficznych, lub osadowych, a więc powolnie i pod pewnem, znacznem ciśnieniem;

II. *skały wylewne*, czyli lawy, które przedarły się przez powłokę zewnętrzną, wylały się na jej powierzchnię i tu dopiero zastygły pod normalnem ciśnieniem atmosfery. Skałom tym towarzyszą najczęściej t. zw. tufy, czyli okrucowce, będące rozdrobnioną i rozpyloną lawą. Skały wylewne są tedy skałami wybuchowemi we właściwem słowa tego znaczeniu.

Różnice zewnętrznych warunków krzepnięcia odbijają się w sposób wyraźny na budowie skały, t. j. na formie składających ją minerałów, oraz na sposobie ich przestrzennego ugrupowania. Gdy skały głębinowe składają się z elementów mniej więcej jednakowej wielkości, których kształty, naogół przypadkowe, przylegają do siebie bezpośrednio, wytwarzając t. zw. budowę ziarnistą, to w skałach wylewnych od pierwszego rzutu oka spostrzegamy dwojakiego rodzaju elementy: jedne większe i roz-

winięte w formie właściwych sobie kryształów, drugie zaś — drobne i dla oka nieuzbrojonego najczęściej niewidoczne — tworzą *sui generis* cement, sklejający owe kryształy większe, co wszystko razem składa się na t. zw. budowę porfirową. Krótko mówiąc, skały głębinowe mają pokrój ziarnisty, wylewne zaś — porfirowy. Krystalizacja pierwszych jest aktem naogół ciągłym i jednolitym, gdy zestalenie się drugich dzieli się wyraźnie na dwa stadja: podczas pierwszego (wcześniejszego) tworzą się kryształy swobodnie rozwinięte, czyli t. zw. prakryształy, podczas drugiego zaś (późniejszego) — mieszanina drobnych kryształków i często-króć szkła, którą nazywamy ciastem skalnym i która łączy owe prakryształy w jedną całość. Powszechnie przypuszcza się, że prakryształy tworzyły się w środowisku ognistociekłym magmy, jeszcze przed erupcją, podczas gdy ciasto skalne zastygło niewątpliwie już na powierzchni ziemi, po wylaniu się lawy z krateru wulkanicznego.

Pod względem mineralogicznym obie gromady skał mają dużo analogji, tak, iż naogół wymienione powyżej kombinacje powtarzają się i pokrywają zarówno w serji głębinowej, jak w serji wylewnej. Z pewnemi jednak zastrzeżeniami. Ponieważ skały głębinowe krystalizowały się pod ciśnieniem zwiększonym, które zatrzymywało w magmie lotne jej części, lawy zaś krzepły pod ciśnieniem tylko atmosferycznym, pozbawione już po największej części owych składników lotnych, przeto z tego już tylko tytułu zachodzą w składzie ich chemicznym i mineralnym pewne, nieznaczne zresztą, odchylenia. Samo ciśnienie wpływało także wybitnie na pokrój i mikrostrukturę minerałów głębinowych. I tak np., skały głębinowe zawierają więcej wodoru, fluoru, boru i t. p., związanych chemicznie w minerałach takich, jak miki, amfibole, turmaliny. Lawy mają mniej pierwiastków lotnych, a co za tem idzie, pozbawione są i odpowiednich minerałów, np. muskowitu i turmalinu. Mikrostruktura minerałów głębinowych jest bardzo znamienna. Kwarc granitowy np. zawiera bardzo charakterystyczne drobne pory, wypełnione wodą, lub ciekłym bezwodnikiem węglowym, przytem woda zawiera niekiedy mikroskopijne kryształki chlorku sodowego. Rzecz naturalna, że tego rodzaju inkluzje mogły dostać się do kwarcu

tylko podczas jego zestalania się pod wysokim ciśnieniem. Zupełnie przeciwnie rzecz ma się z minerałami law: charakterystycznymi dla nich inkluzjami są gruzełki szkła wulkanicznego, które niekiedy skupia się obficie w cieście skalnym, a nawet tworzy całe potoki lawowe. To szkło wulkaniczne (roztwór stały krzemianów) stanowi — poza tufami — najkapitałniejsze znamię skał wylewnych — w przeciwstawieniu do skał głębinowych, które zawsze bywają nawskroś skryształizowane. Wogóle skały wylewne mają wygląd bardziej świeży, szklisty i porowaty, gdy skały głębinowe odznaczają się pokrojem bardziej „zwietrzałym“, matowym i masywnym. Obie kategorie skał posiadają prócz tego niektóre swoiste składniki lub modyfikacje minerałów. Do takich należą np. mikroclin, muskowitz, dialag w skałach głębinowych, sanidyn, leucyt, nozean, melilit — w lawach. Ale, powtarzamy, są to różnice dość drobne, zwłaszcza, jeśli się je rozpatruje z punktu widzenia chemicznego. Naogół możemy stwierdzić, że wymienione na str. 143 i 144 kombinacje mineralne spotykają się zarówno w jednej serji skał, jak i w drugiej. Skały wylewne otrzymały jednak w praktyce nazwy odmienne. I tak, odpowiednik granitu nazywa się liparytem, diorytu kwarcowego — dacytem, diorytu bezkwarcowego — andezytem, syenitu — trachitem, syenitu nefelinowego — fonolitem, gabro-norytu — bazalitem i t. d. Atoli i tutaj musimy podkreślić to, o czem wspominaliśmy już wyżej, że nazwy te są zbiorowe i oznaczają całe rodziny skał, związanych ze sobą stopniowemi przejściami.

Mamy więc dwie serje skał ogniowych, głębinową i wylewną, które — w ogólnych zarysach — zbudowane są z analogicznych składników mineralnych, różnią się jednak pod względem budowy i pokroju. Składniki takie, które stanowią o przynależności danej skały do tej lub owej rodziny, nazywamy składnikami głównymi. Prócz nich każda niemal skała zawiera jednak cały szereg składników podrzędnych, dodatkowych lub przypadkowych, które nie decydują wprawdzie o samodzielności rodzajowej czy gatunkowej skały, lecz mogą mieć duże znaczenie teoretyczne, a nawet praktyczne. Są to po największej części t. zw. inkluzje i wrostki, osadzone wewnątrz składników zasadniczych.

O znaczeniu inkluzyj ciekłych kwarcu granitowego mówi

liśmy już wyżej. Wrostki stałe w postaci drobnych kryształków i mikrolitów bywają również bardzo charakterystyczne. Zaliczamy do nich następujące minerały: rutyl, cyrkon, apatyt, magnetyt, hematyt, ilmenit. Są to, jak widzimy, przeważnie tlenki tytanu, cyrkonu i żelaza, z wyjątkiem apatyty, który jest fosforanem wapniowym. Tlenki żelaza (jak już wspominaliśmy we „Wstępie do mineralogii“, str. 60) odgrywają rolę barwników geologicznych: hematyt maluje granity i syenity na różowo lub czerwono, magnetyt i ilmenit barwi diabazy i bazalty — na czarno. Co do apatyty, to ma on doniosłe znaczenie w ekonomii przyrody, jako źródło fosforu, niezbędnego dla wegetacji roślinnej. Jest rzecz ciekawa, że składniki dodatkowe nie są równomiernie rozsiiane we wszystkich skałach, lecz występują w sposób selekcyjny. I tak np. cyrkon, rutyl, hematyt stanowią właściwość skał kwaśnych (granitów, syenitów etc), gdy magnetyt i ilmenit chętniej towarzyszą skałom zasadowym. Apatyt jest kosmopolitą — znajdujemy go we wszystkich niemal skałach, jakkolwiek szczególnie obficie nagromadza się on raczej w skałach zasadowych (np. w diabazach, cieszynitach). Niektóre minerały dodatkowe odznaczają się wyjątkową ekskluzywnością. Mam tu na myśli taki perowskit (tytaniań wapniowy), który zdarza się tylko w pewnym gatunku bazaltu (melilitowego), lub chromit, który jest stałym satelitą skał oliwinowych (perydotytów). Do minerałów przypadkowych zaliczamy takie, których obecność nie harmonizuje ani z paragenezą krzemianową otoczenia, ani z jego ogniwem pochodzeniem. Takimi są np. kalcyt (pierwotny), piryt (pierwotny) i inne. Dla uzupełnienia obrazu dodamy jeszcze, że skały głębinowe, zwłaszcza geologicznie starsze, które dłuższy czas pozostawały pod działaniem czynników atmosferycznych, zawierają stale, prócz minerałów pierwotnych, o których mówiliśmy wyżej, także mniejszą lub większą ilość minerałów wtórnych. Są to produkty rozkładu bądź skaleni i skaleniowców (kaolin, serycyt, dzeolity, kalcyt), bądź meta- i ortokrzemianów włącznie z biotytem (chloryt, uralit, serpentyn, węglany i wodziany żelazowe). (Porównaj rozdział 7 Wstępu do mineralogji).

Jak z tego widzimy, skała jest zespołem minerałów dość złożo-

nym. Taki np. granit wołyński, który bynajmniej nie jest przykładem zbyt skomplikowanym, składa się co najmniej z 13 minerałów, jako to: kwarc, ortoklaz, mikroklin, mikropertyt, biotyt, amfibol (składniki główne); rutyl, cyrkon, apatyt, hematyt (składniki podrzędne); kaolin, limonit, chloryt (składniki wtórne). Rzecz oczywista, dokładną analizę składu mineralnego skały możemy wykonać tylko zapomocą metod mikroskopowo-optycznych, o których była mowa wyżej. Jest to tembardziej niezbędne, że analiza ta pozwala na przybliżoną ocenę ilości składników i kolejności ich krystalizacji. Nad tą ostatnią kwestją musimy zatrzymać się dłużej.

Porządek wydzielania się składników z krystalizującej się magmy może być oznaczony empirycznie na podstawie stosunków przestrzennych budowy skały oraz na podstawie względnego idjomorfizmu osobników danego zespołu. Nie ulega wątpliwości, że wrostek mikrolityczny, tkwiący wewnątrz swego „gospodarza“, jest odeń starszy, t. j. wyłonił się z magmy wcześniej; podobnież minerał rozwinięty idjomorficznie, czyli posiadający właściwe sobie kształty krystalograficzne, musi być starszy od minerału pozbawionego tych kształtów, lecz posiadającego tylko formę przypadkową, zależną od najbliższego otoczenia. Opierając się na tych założeniach, ustalono następujące reguły krystalizacji skał głębinowych. Najwcześniej wydzielają się minerały dodatkowe, takie, jak rutyl, cyrkon, apatyt, hematyt, magnetyt; następnie minerały femiczne (orto- i metakrzemiany), dalej skalenioyce i skalenie, wreszcie — czysta krzemionka (kwarc). Często się zdarza, że pewna część kwarcu i skalenia potasowego krystalizuje się razem w postaci przerostu, zwanego pegmatytem (eutektyk), a wypełniającego luki między składnikami zestalonymi wcześniej i bardziej idjomorficznymi. Jest to reguła, jak się rzekło, empiryczna tylko i wysnuta na podstawie spostrzeżeń mikroskopowych. Znamy też wyjątki, od reguły tej odbiegające. Najbardziej znanego dostarcza budowa diabazów, które są kombinacją plągjoklazu zasadowego z augitem. Wedle reguły ogólnej augit powinienby wydzielić się wcześniej od plągjoklazu i mieć kształty bardziej idjomorficzne. Tymczasem jest odwrotnie. Plągjoklaz miewa tu wyraźne kształty krystalograficzne, gdy augit

skleja go niby bezkształtny cement, zastygły niewątpliwie później (t. zw. budowa ofitowa niektórych diabazów).

Co się tyczy skał wylewnych, to reguła, rejestrująca porządek krystalizacji, brzmi tu nieco odmiennie: naprzód prakryształy, następnie ciasto skalne. Ale zarówno wśród prakryształów, jak ciasta reguła ogólna utrzymuje się i tutaj.

Mamy tu zatem do czynienia z dwoma stadjami krystalizacji, a często i dwiema generacjami minerałów, o ile dany minerał obecny jest zarówno wśród prakryształów, jak w cieście skalnym. Zdarzyć się jednak może, że składniki femiczne obecne są tylko w drugim stadjum zestalania się, jak to np. bywa w lawach kwaśnych (liparytach i trachitach). Wówczas twierdzimy, że prakryształy kwarcu wydzieliły się wcześniej (w 1-em stadjum), niż np. drobniejsze amfibole, które dostrzegamy tylko w cieście skalnym. Wygląda to na pozorne odstępstwo od reguły, ale w istocie niem nie jest, skoro się zważy, że amfibol w 2-iej fazie krystalizacji wydzielił się najwcześniej. Ciasto skalne skał wybuchowych (law) zawiera częstokroć wspomniane już wyżej szkło wulkaniczne, które zastyga stale na samym końcu i skleja drobne składniki generacji drugiej. W niektórych skałach wylewnych, t. zw. wifrofirach, ciasto skalne całkowicie składa się ze szkła, a bywają i takie przypadki, kiedy cała skała jest szklista (obsydjany, pumeksy). Wogóle należy podkreślić, że im lawa jest kwaśniejsza, tem większą posiada skłonność do wytwarzania facji szklistej. Objaśnia się to tem, że kwarc i kwaśne glinokrzemiany odznaczają się znaną inercją krystalizacji.

Powracając do przerwanej tą dygresją systematyki skał ognio-
wych, musimy jeszcze dodać, że gromada skał wylewnych dzieli się — dla pewnych względów praktycznych — na dwie serje: paleowulkaniczną i neowulkaniczną, czyli na lawy geologicznie stare i młode. Powyżej mieliśmy na myśli tylko te ostatnie. Lawy stare i młode, właściwie mówiąc, niczem się istotnem nie różnią, ani pod względem genezy, ani pod względem budowy. Lawy stare mają jednak odmienny pokrój zewnętrzny: są bardziej zwierżęte, mniej szkliste i mniej porowate. Jest to zatem różnica bardziej tylko powierzchowna. Pomimo to w petrografji utarł

się oddawna zwyczaj nietylko odróżniania law starych, ale i nadawania im osobnych nazw zbiorowych. A więc stara lawa, odpowiadająca granitowi, nazywa się porfirem kwarcowym, odpowiednik syenitu ma tu nazwę ortofiru; lawy paleozoiczne, odpowiadające diorytom i gabro-norytom, przyjęto nazywać porfirydami, odpowiadające zaś diabazom — melafirami i t. d.

Prócz skał głębinowych i wylewnych — dobrze zdefiniowanych i określonych — została wprowadzona do nowszej petrografji jeszcze osobna gromada *skał żyłowych*, głównie pod wpływem znanego petrografa niemieckiego, H. Rosenbuscha. Jak sama ich nazwa wskazuje, skały żyłowe zastygały w żyłach, czyli w wypełnionych przez nie szczelinach wśród innych skał bądź głębinowych, bądź osadowych. Już z tego sposobu ich występowania widać, że nie mają one większego znaczenia geologicznego, tworząc zazwyczaj drobne tylko intruzje. Przyjęto uważać je pospolicie jakby za resztki większych mas wybuchowych, w których towarzystwie występują — zwykle na peryferjach. Żył są więc jakby drogami emanacji wielkich głębinowych ognisk magmatycznych, jakby ich apofizami, docierającemi do bardziej powierzchniowych poziomów litosfery. W tych apofizach mogą się także skupiać pierwiastki lotne, wywierające, jak wiemy z mineralogji, znaczny wpływ na krystalizację magmy. Fizyczne warunki zastygania cienkich żył są, oczywista, także odmienne od warunków zestalania się mas wielkich (pni głębinowych). Stąd płynie wielka różnorodność składu mineralnego i zmienność budowy skał żyłowych, którym nadano wiele nazw specjalnych. Rosenbusch dzieli je na 3 gromady: pegmatyty, aplity (ubogie w minerały femiczne) i lamprofiry (obficie zaopatrzone w minerały femiczne). Do najcharakterystyczniejszych należą żyły pegmatytowe, towarzyszące granitom, syenitom i innym skałom głębinowym, a będące niekiedy prawdziwemi składami rzadkich minerałów. Nie wchodząc bliżej w szczegóły systematyki skał żyłowych, powiemy tu tylko krótko, że odpowiadają one naogół kombinacjom, przewidzianym dla skał głębinowych i wylewnych. Zmienność budowy skał żyłowych jest jednak tak wielka, że w jednej i tej samej żyłe możemy niekiedy obserwować budowę szklistą w samym

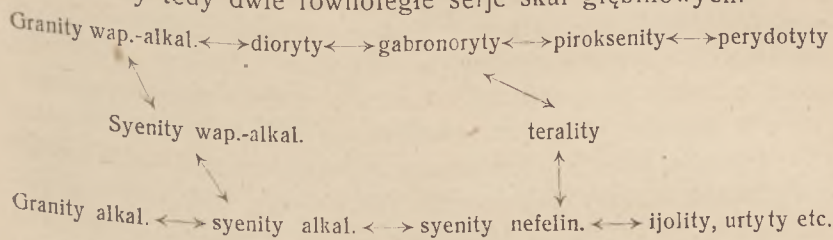
kontakcie ze skałą oboczną, nieco dalej — budowę porfirową, a w samym środku żyły — ziarnistą. Zależy to, oczywiście, od szybkości stygnięcia magmy w miejscach wskazanych. Wogóle trzeba pamiętać o tem, że budowa ziarnista nie jest wyłączną tylko właściwością skał głębinowych, tak, jak nie jest nią budowa porfirowa skał wylewnych. Niektóre granity miewają miejscami budowę gruboporfirową, a niektóre bazalty — budowę ziarnistą (doleryty, anamezyty), jakkolwiek głębinowy charakter pierwszych, wylewny zaś — drugich, nie ulega wątpliwości.

By skończyć z kwestją systematyki skał ogniowych, należy jeszcze dodać, że w petrografji współczesnej duży nacisk kładziemy na charakter paragenetyczny zespołów mineralnych, a więc na moment nieobojętny dla systematyki i, wogóle, skupiania skał w gromady naturalne. Zauważono mianowicie, że w skałach, obficie zaopatrzonych w skalenie alkaliczne, a zwłaszcza — zawierających skaleniewce, występują minerały femiczne (pirokseny i amfibole) także z wybitną zawartością alkaliów. I odwrotnie, skałom, w których składzie dominują plągjoklazy, towarzyszą metakrzemiany „normalne“, t. j. nie zawierające większych ilości pierwiastków alkalicznych. Mówiąc konkretniej, skaleniom alkalicznym (ortoklaz, mikroclin, albit) i skaleniewcom towarzyszą amfibole i pirokseny alkaliczne (arfvedsonit, riebeckit, augit alkaliczny egiryn i t. p.), plągjoklazom zaś (wapienno-sodowym) — amfibole i pirokseny, obfitujące w wapno i magnez. Mamy więc niejako dwie paragenozy mineralne: alkaliczną i ziemno-alkaliczną, a odpowiednio do tego — dwie serje skał: alkalicznych i „wapienno-alkalicznych“, jak je nazywa H. Rosenbusch.

Pod względem chemicznym skały serji alkalicznej zawierają dużo sodu i potasu, mało — wapnia i magnezu, skały zaś serji wapienno-alkalicznej zachowują się wręcz odwrotnie.

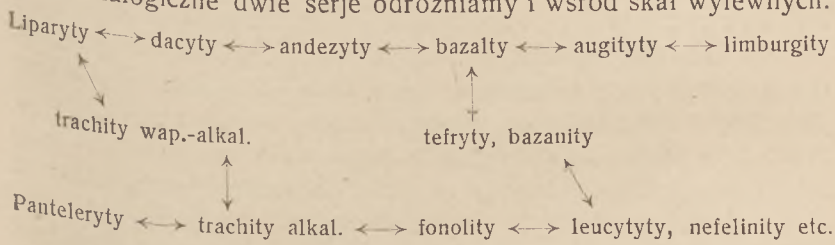
Odróżnianie tych dwu seryj ułatwi w wysokim stopniu należyta ocena pokrewieństwa, istniejącego między rozmaitemi skałami głębinowymi i wylewnymi, oraz tych ogniw przejściowych, które między nimi istnieją i łączą je w pewną całość nieprzerwaną.

Mamy tedy dwie równoległe serie skał głębinowych:



Z jednej strony granity wapienno-alkaliczne przechodzą stopniowo w dioryty, gabronoryty, etc. — aż do czystych piroksenitów, perydotytów, pozbawionych skaleni, z drugiej zaś — granity alkaliczne także stopniowo przechodzą za pośrednictwem syenitów alkalicznych i nefelinowych w skały złożone z samych już tylko skaleniowców i minerałów femicznych (ijolity, urtyty). Prócz tego mamy przejścia pomiędzy obu serjami w postaci syenitów wapienno-alkalicznych, teralitów i innych.

Analogiczne dwie serie odróżniamy i wśród skał wylewnych:



W obu serjach zauważamy pewne stopniowanie tak pod względem mineralogicznym, jak i chemicznym. W serji wapiennoalkalicznej polega ono na tem, że ilość minerałów salicznych stopniowo zmniejsza się, femicznych zaś — wzrasta; przyczem — w serji alkalicznej — wzrasta jednocześnie i zawartość skaleniowców. Chemicznie rzeczy biorąc, ilość krzemionki statecznie zmniejsza się w obu serjach, ale gdy w serji wapienno-alkalicznej wraz ze spadkiem zawartości dwutlenku krzemu wzrasta ilość żelaza i ziem alkalicznych, to w serji alkalicznej wzrasta także ilość alkaliów i glinki.

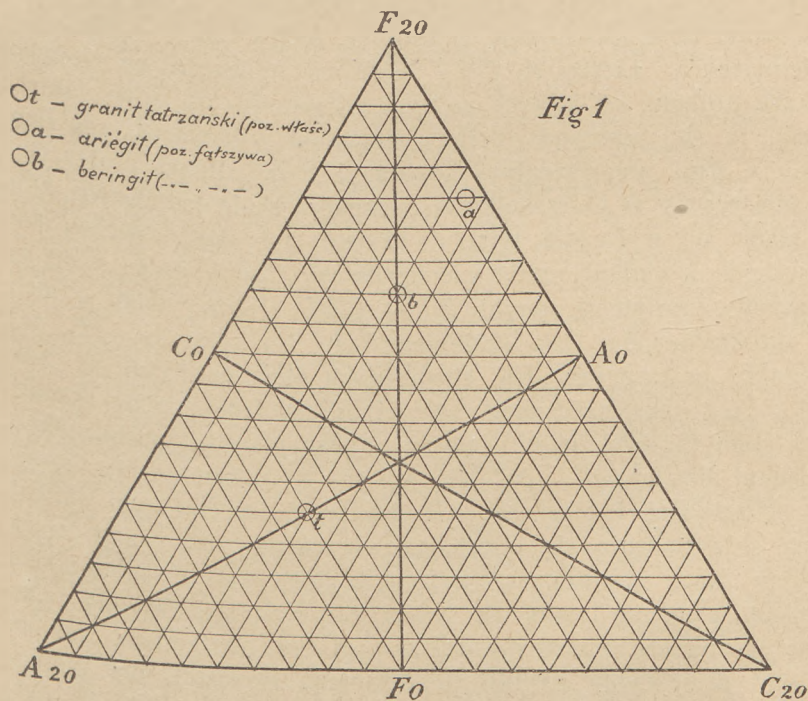
Z tego wynika, że, mając dokładne rozbiory chemiczne skał ogniowych, możemy je w pewien sposób szeregować niezależnie

poniekąd od składu mineralnego. Taka klasyfikacja chemiczna skał ogniowych sięga nawet głębiej w istotę zagadnienia, niż systematyka czysto mineralna, bo obejmuje także i skały szkliste, które uchylają się poniekąd od analizy mikroskopowo-optycznej.

W analizie chemicznej zaciiera się indywidualność minerałów, a liczby przez nią podawane wyrażają w przybliżeniu ryczałtowy skład magmy pierwotnej, która uległa rozpadowi na poszczególne składniki. Analiza chemiczna wymienia zwykle kilkanaście najgłówniejszych pierwiastków w formie ich tlenków, z których składają się minerały, budujące daną skałę. Wiemy już, że najważniejsze z tych tlenków są: krzemionka (SiO_2), glinka (Al_2O_3), tlenek żelazowy (Fe_2O_3), tlenek żelazawy (FeO), magnezja (MgO), wapno (CaO), tlenek sodowy (Na_2O), tlenek potasowy (K_2O) i woda (H_2O). Bardziej szczegółowe analizy podają jeszcze nadto tlenek tytanu (TiO_2), cyrkonu (ZrO_2), fosforu (P_2O_5) i fluor (F). Są to najpospolitsze składniki skał ogniowych niezbyt zwiertzałych. Na podstawie analizy ryczałtowej można, teoretycznie rzeczy biorąc, obliczyć w przybliżeniu skład mineralny skały, albowiem pewne pierwiastki (tlenki) są charakterystyczne dla pewnych tylko minerałów, jak potas — dla ortoklazu, sód — dla albitu, magnez — dla biotyту, fosfor — dla apatyту i t. d. Jeżeli tedy mamy analizę granitu, który składa się *tylko* z kwarcu, ortoklazu, albitu i biotyту, to skład mineralny takiego granitu daje się łatwo obliczyć. Wystarczy tylko magnezję, wskazaną przez analizę, połączyć w formie biotyту, potas pozostały (część jego wchodzi do drobin miki magnezjowej) — w formie ortoklazu, sód — w formie albitu, a reszta krzemionki, zbywająca od nasycenia tych wszystkich glinokrzemianów do normy, wymaganej przez ich teoretyczne wzory, wskaże nam procentową zawartość wolnego dwutlenku krzemu, czyli kwarcu. Ażeby taki rachunek móc wykonać, należy w pierw procenty wagowe analizy zamienić na stosunki molekularne, a to dzieląc poszczególne procenty przez wagi cząsteczkowe tlenków. Wówczas łączenie tlenków w drobinę teoretyczne minerałów jest już czynnością zupełnie prostą. Ta możliwość dokonania rozrachunku analizy ryczałtowej na poszczególne, teoretycznie pojęte, minerały, stanowi podstawę *klasyfikacji chemicznej skał ogniowych*. Wystawiono rozmaite

jej systemy. Nie możemy się tu jednak wdawać w historyczne przedstawianie tej sprawy. Pokróćce więc tylko nadmienimy o dwu najbardziej rozpowszechnionych systemach: jednym europejskim i jednym amerykańskim.

W Europie najbardziej rozpowszechniona, zwłaszcza w Niemczech, jest klasyfikacja *O s a n n a*¹⁾. Ogólna koncepcja tego systemu polega na wyrażaniu składu chemicznego skał sposobem



graficznym. W tym celu *O s a n n a* posługuje się trójkątem równobocznym, wewnątrz którego umieszcza punkty projekcyjne, wyrażające przybliżenie składu chemicznego skały (Fig. 1). Ażeby to wykonać, uzyskuje on przedewszystkiem trzy liczby z analizy, przechowanej na procenty molekularne. Pierwsza z nich (*A*) oznacza molekularną ilość glinki, związanej z sodem i potasem w for-

¹⁾ *Tschermak's Min. u. Petrogr. Mitt.*, t. XIX—XXII.

mie skaleni alkalicznych i skaleniowców, druga (C) — pozostałą ilość glinki, związanej z wapnem w formie anortytu, trzecia (F) — obejmuje molekularną ilość tlenków żelaza, magnezji i wapna, wolnych lub związanych w formie meta- i ortokrzemianów. Te trzy liczby, zredukowane do sumy 20, stanowią właściwe dane projekcyjne. Wysokości trójkąta podzielone są linjami równoległymi do podstaw na 20 równych części, a linje te, krzyżując się, stanowią siatkę projekcyjną. Suma $A + C$ podaje w przybliżeniu ilość składników salicyznych, liczba zaś F — składników femicznych. Liczby A , C i F Osanna umieszcza na wierzchołkach trójkąta, od których zaczyna numerację linii równoleżnych, tak, iż A_{20} przechodzi przez wierzchołek trójkąta, A_0 zaś zlewa się z jego przeciwległym bokiem i t. d. Punkt projekcyjny, umieszczony w wierzchołku A_{20} , oznacza skałę teoretyczną, która składa się wyłącznie tylko ze skaleni (lub skaleniowców) alkalicznych, podobnie punkt wierzchołkowy C_{20} wyobraża skałę wyłącznie anortytową, punkt F_{20} — skałę złożoną tylko z meta- i ortokrzemianów (bez skaleniowców). Na boku $A_{20} - F_{20}$ leżą punkty projekcyjne skał alkalicznych (bez anortytu), na boku $A_{20} - C_{20}$ — skał salicyznych (bez minerałów femicznych), wreszcie na boku $C_{20} - F_{20}$ mamy punkty projekcyjne skał, pozbawionych skaleni alkalicznych, zawierających zaś tylko kombinacje anortytu z minerałami femicznymi. W środku geometrycznym trójkąta (na skrzyżowaniu się trzech jego wysokości) leży punkt projekcyjny skały idealnej, zawierającej w równowadze skalenie alkaliczne, wapienne i minerały femiczne. Wewnątrz trójkąta zajmują miejsce punkty projekcyjne rozmaitych skał pośrednich. Tak np., punkt projekcyjny granitu tatrzańskiego (Kosista), dla którego $A = 10$, $C = 5$ i $F = 5$, znajdzie się na wysokości $A_{20} - A_0$, w odległości dziesięciu podziałek od A_{20} , pięciu zaś podziałek od C_0 i F_0 . Zawartość molekularną krzemionki i stosunek tlenku sodowego do tlenku potasowego Osanna podaje w osobnych liczbach, które jednak nie mają odrębnego wyrazu w jego projekcji.

Jak z tego widzimy, metoda Osanna daje przejrzysty graficzny obraz stosunków chemicznych i powinowactwa skał krzemianowych, ale skał, pojętych teoretycznie, nie zaś tych konkretnych utworów geologicznych, z którymi mamy do czynienia

w rzeczywistości. Jego interpretacja rozbiórów chemicznych prowadzi do licznych nieścisłości, a nawet rażących błędów w oznaczaniu punktów projekcyjnych, a co za tem idzie, i właściwego stanowiska systematycznego skały. Najślabszą stroną metody omawianej jest sposób wiązania glinki z alkaljami i wapnem wyłącznie tylko w formie skaleni i skaleniowców. Tymczasem wiadomo powszechnie, że Al_2O_3 bierze także udział w składzie metakrzemianów i to niekiedy w znacznych ilościach. Zaliczanie tej części tlenku glinowego do skaleni wapiennych wpływa na błędne oznaczanie punktu projekcyjnego skały, zbliżając go zaledo do wierzchołka C_{20} .

Wyjaśnijmy tę sprawę na kilku konkretnych przykładach. Skale żyłowej, beringitowi, składającej się z 39.3% albitu i ortoklazu oraz 55.8% amfibolu (barkevikitu), odpowiadają liczby projekcyjne: $A=4$, $C=4$, $F=12$, a punkt projekcyjny przypada na wysokości trójkąta F_0-F_{20} , pośrodku 12-ej paraleli. Tymczasem beringit wcale nie posiada skalenia wapiennego, wobec czego punkt projekcyjny winien leżeć na boku $A_{20}F_{20}$, nie zaś na wysokości F_0-F_{20} . Ariëgit, złożony z dialagu, bronzytu, amfibolu i oliwinu i nie posiadający zgoła skalenia, powinienby znaleźć się w punkcie projekcyjnym F_{20} . Atoli parametry, obrachowane na podstawie rozbioru chemicznego: $A=0.5$, $C=4.5$, $F=15$, wyznaczają mu miejsce o 5 podziałek niższe. Przykładów takich możnaby przytoczyć bardzo dużo. Dalsze źródła niedokładności metody Osannowskiej płyną z nieuwzględniania wapna, złączonego w formie apatytu, z przemilczania faktu, że alkalja biorą udział w składzie nie tylko skaleni, ale także — mik, amfibolii augitów. A co się tyczy w szczególności biotyту, to alkalja w nim zawarte zalicza się do grupy A , magnezję zaś i żelazo — do F . Tak więc metoda, o której mówimy, wypacza w wielu razach właściwy charakter skały i wymaga koniecznie kontroli mineralogicznej.

„Klasyfikacja ilościowa skał ogniowych“, opracowana przez petrografów amerykańskich, Crossa, Iddingsa, Pirssona i Washingtona¹⁾, opiera się na przyjęciu pewnych „minerałów zasadniczych“ (standard minerals) w sensie wyłącznie teore-

¹⁾ Quantitative Classification of Igneous Rocks, Chicago, 1903.

tycznym, np. czystego ortoklazu ($K_2Al_2Si_6O_{16}$), czystego albitu ($Na_2Al_2Si_6O_{16}$), anortytu ($CaAl_2Si_2O_8$), czystego metakrzemianu wapniowego ($CaSiO_3$), magnezowego ($MgSiO_3$), ortokrzemianu (Mg_2SiO_4), i t. d., wreszcie kwarcu i korundu, w których skupiają się resztki niezwiązane krzemionki i tlenku glinowego. Prócz tego zasadniczego założenia chemicznego systematyka amerykańska wprowadza jeszcze moment mineralogiczny i dzieli skały na klasy, szeregi (order), rangi (rang) i podrangi (subrang), zależnie od ilościowego stosunku związków, teoretycznie pomyślanych.

A więc, klasę oznacza stosunek minerałów salicycznych do fenylicznych, szereg — stosunek skaleni do kwarcu lub skaleni do skaleniowców, rangę — stosunek alkaliów do wapna, podrangę zaś — stosunek tlenku potasu do tlenku sodu. Stosunki te, podane w formie ułamków, stanowią „normę“ klas, szeregów, rang i podrang. Wszystkie działy i poddziały ponazywano rozmaitemi nazwami sztucznie uformowanymi, wyrażającymi także ilościową stronę podziału. Trzeba przyznać, że zasada tego podziału została konsekwentnie przeprowadzona, że jednak sam podział razi sztucznością i pewnym egzotyzmem. Metoda Osanna ma tę niewątpliwą nad amerykańską wyższość, że jest bardziej przejrzysta, a to przez graficzne ujęcie sprawy.

W związku z zagadnieniami systematyki skał ogniowych musimy jeszcze na tem miejscu wspomnieć o t. zw. *provincjach petrograficznych*. Jest to rzecz bardzo ciekawa, że wielkie tereny krystaliczne, zbudowane czy to ze skał głębinowych, czy — wylewnych, czy wreszcie — z tych i tamtych, posiadają zazwyczaj swoiste oblicze petrograficzne. Jedne z nich zbudowane są przeważnie ze skał serji alkalicznej, drugie — wapienno-alkalicznej, jedne cechują się obecnością tych, drugie — innych pierwiastków chemicznych, które odnajdują się statecznie we wszystkich skałach danego terenu. Dowodzi to tego, że wszystkie one pochodzą ze wspólnego ogniska magmatycznego, że są sobie pokrewne, jakkolwiek zróżnicowane. To pokrewieństwo magmatyczne, czyli *komagmatyzm* (H. S. Washington) jest tym momentem genetyczno-mineralogicznym, który stanowi o przynależności skał do wspólnej prowincji petrograficznej. Wyjaśnimy to na

kilku przykładach. Oddawna zauważono, że kratery pierścienia wulkanicznego, otaczającego ocean Spokojny, wyrzucają lawy swoistego pokroju, które dziś zaliczamy do serji wapienno-alkalicznej. Są to typowe andezyty, dacyty i liparyty. Rozpowszechnienie ich jest olbrzymie. Spotykamy je wzdłuż całego pasma Andów i Kordyljerów, od Alaski aż do Ziemi Ognistej, w Nowadzie, Kolorado, Meksyku, na wyspach Nowej Zelandji, Sundajskich, Filipinach, Japońskich, Kurylskich, Kamczatce, Komandorach... Z Azji przez Persję i Azję Mniejszą przechodzą one do Europy. Znanne są w Armenji, na Kaukazie, Krymie, w Siedmiogrodzie i na Węgrzech, skąd przez Karpaty przedostają się i do nas w okolice Krościenka i Szczawnicy. Dalej występują na wyspie Santorin, a nawet docierają sporadycznie aż nad Ren (Siedmiogórze), do Owernji i Cabo de Gata w Hiszpanji... Cała ta olbrzymia połać nowego i starego świata stanowi zatem jedną prowincję petrograficzną, którą od oceanu Spokojnego (Pacyfik) nazywamy pacyficzną. Przeciwnie zachód Europy, poczynając od płyty Czeskiej, gór Płasicz, Kaiserstuhl, Eifel, do Włoch i wysp Azorskich, a dalej cały kontynent afrykański — stanowią drugą wielką prowincję petrograficzną — prowincję atlantycką, której znamieniem są skały wylewne serji alkalicznej, a więc trachitofonolity, a więc bazalty nefelinowe, tefryty, bazanity, leucyty i t. p. Na tych olbrzymich obszarach — po dokładniejszym ich zbadaniu — znajdują się oczywiście tereny mniejsze o bardziej zacieśnionych znamionach pokrewieństwa. Tak np. okolice Neapolu i Rzymu, między Wezuwuszem a jeziorem Bolsena, tworzą osobny „region komagmatyczny“, charakteryzujący się skałami alkalicznymi, w których potas znacznie przeważa nad sodem, wapno zaś — nad magnezją i które statecznie zawierają drobne ilości tlenu barowego (H. S. Washington).

Prowincje pacyficzną i atlantycką wyróżniono głównie na podstawie pokrewieństwa skał wylewnych. Ale znane są podobne obszary komagmatyczne i skał głębinowych. W Europie mamy na południu płytę granitową Wołyńsko-ukraińską, na północy — tarczę krystaliczną Finlandzko-skandynawską wraz z półwyspem Kolskim. Charakterystyczną skałą tych krain jest granit typu alkalicznego, zawierający w ogromnej przewadze skalenie alka-

liczne: ortoklaz, mikroklin, mikroperyt. Tym prastarym granitom towarzyszy przytem cały szereg intruzyj podrzędnych młodszych i skał żyłowych o wybitnie alkalicznym charakterze: mariupolity nad morzem Azowskiem, laurdality w okolicach Chrystjanji, syenity eleolitowe półwyspu Kolskiego nad morzem Białem. Wszystkie kraje wymienione stanowią zatem jednolity petrograficznie obszar skał głębinowych i żyłowych — jedną prowincję petrograficzną Skandynawsko-wołyńską.

Nie wchodząc narazie w przyczyny tak szczególnego rozmieszczenia skał ogniowych na powierzchni ziemi, musimy tu jednak zaznaczyć, że prowincje petrograficzne nie mają w sobie nic zgoła ekskluzywnego, czyli że, zachowując naogół swój zasadniczy charakter petrograficzny, mogą jednak zawierać sporadycznie lub podrzędnie i skały typu odmiennego. Tak np. wśród Pacyfiku, na wyspach Tahiti, Timor, Jawa występują skały alkaliczne, fonolity i inne, wśród skrajnie alkalicznych granitów Wołynia zdarzają się skały gabrowo-norytowe o cechach wybitnie „pacyficznych“, a H. S. Washington stwierdził, że z jednego i tego samego wulkanu wylewają się lawy zarówno alkaliczne, jak wapienno-alkaliczne i t. d.

Do charakterystyki skał ogniowych należy jeszcze forma ich występowania wśród innych skał litosfery oraz ich wpływ na morfologję terenu. Co się tyczy form występowania, to zależą one od charakteru intruzji. Skały głębinowe, które uważamy za najstarsze utwory powierzchniowej litosfery, tworzą zazwyczaj wielkie baniaste masy intruzyjne, których formy dla ich wielkości i wgłębności bliżej określić nie możemy, które jednak przyjęto nazywać pniami (niem. Stock). Towarzyszą im zwykle skały metamorficzne, gnejsy i łupki krystaliczne, stanowiące niejako płaszcz, otulający skały głębinowe. Wyobrażamy sobie, że wielkie prastare masywy granitowe, osadzone w owych gnejsach i łupkach, są wynikiem krystalizacji gigantycznych intruzyj magmy granitowej, która wdzierала się w pierwotne warstwy skorupy ziemskiej. Mniejsze, bardziej określone, bochenkowate masy intruzyjne przyjęto nazywać lakkolitami. Spoczywają one zwykle wśród skał osadowych, kopulasto przez nie wypiętrzonych. Lak-

kolity ku dołowi zwężają się i przechodzą w kanał, łączący je z głębiej leżącym ogniskiem magmatycznym. Naogół, lakkolity posiadają formę olbrzymich grzybów. Formy skał żyłowych — w przeciwieństwie do głębinowych — są jakby tylko dwuwymiarowe. Zostały one wstrzyknięte w szczeliny, prostolinijnie zazwyczaj przebiegające, a więc mają wygląd płyt mniej lub więcej cienkich, przecinających najczęściej poprzecznie warstwy osadowe, metamorficzne lub większe masy głębinowe. Co się wreszcie tyczy skał wylewnych, to, z natury rzeczy, muszą one przybierać kształt potoków, których długość zależy od obfitości erupcji, przekrój zaś poprzeczny pozostaje w związku z morfologią podłoża, po którym spływa lava ognisto-ciekła. Towarzyszą im w większości przypadków materiały sypkie, powstałe z rozsadzania i rozpylania lawy przez prężność gazów wulkanicznych. Te materiały sypkie, spadające dookoła krateru, wytwarzają charakterystyczne stożki nasypowe.

Skały ogniowe wszystkich kategorii, podczas aktu intruzji i następnego wśród skał otaczających ostygnięcia, oddziałują na nie w sposób bardzo niekiedy doniosły tak pod względem chemicznym, jak i fizycznym. Zwłaszcza wielkie intruzyjne masy granitu wywierają potężne *działanie kontaktowe*, widoczne w pasie szerokim na kilka nieraz kilometrów. Im bliżej płaszczyzny kontaktowej, tem działanie to jest energiczniejsze. Jakościowy jego efekt zależy od gatunku skały osadowej, wystawionej na działanie kontaktu. W przypadku łupków ilastych następuje stopniowa ich konsolidacja i rekrytalizacja w połączeniu z utratą wody, co razem prowadzi do ich przeobrażenia się w łupkę mikowy i rogowiec, zawierający nowopowstałe minerały kontaktowe, jak andaluzyt, kordjeryt, granat i inne. W przypadku wapieni następuje całkowite przekształcenie ich budowy zbitej na krystalicznie marmurową, w samym zaś kontakcie powstają minerały charakterystyczne, obficie zaopatrzone w tlenek wapniowy, jak granat (grossular), wezuwjan, epidot, aktyolit, diopsyd i t. d. Sam granit nie ulega zwykle większym zmianom chemicznym. Ale w tych przypadkach, kiedy szczelina kontaktowa staje się drogą emanacji gazowej, w pasie kontaktowym granitu mogą powstawać minerały, zawierające pierwiastki lotne (fluor, bor), jak

topaz, fluspat, turmalin, aksynit, muskowitz, niekiedy kasyteryt i inne. Czasami tych nowotworów jest tak dużo, że granit przeobrazić się może w skałę turmalinową, topazową i t. p. Im masa skały intrudującej jest mniejsza, tem i działanie jej kontaktowe jest słabsze. Skały żyłowe sprawiają zwykle nikły tylko efekt kontaktowy, same zaś doznają charakterystycznych zmian strukturalnych (ob. wyżej, str. 151 i 152).

Skały ogniowe ze względu na swoiste formy występowania, masywność budowy i wytrzymałość na działanie czynników atmosferycznych, odgrywają w krajobrazie geologicznym wybitną bardzo rolę. W zewnętrznej części litosfery stanowią one *sui generis* kościec, na którym spoczywają lub o który opierają się osady pochodzenia wodnego, mniej zwarte, mniej odporne, a bardziej na działanie czynników mechanicznych i chemicznych wrażliwe. Stąd pochodzi i tem się objaśnia ich znaczenie morfologiczne. W budowie łądów i ich wybrzeży tworzą one rodzaj cokółów, szkarp i pilastrów, opierających się skutecznie abrazyjnemu działaniu morza i atmosferylżów. Stanowią one zatem wydatne, mocno podkreślone, niekiedy strzeliste jednostki morfologiczne każdego terenu. Wpływają one także, jak powszechnie mniemamy, na przebieg łańcuchów górskich, które muszą się do nich niejako dostosowywać. Wnosimy to np. z wygięć łańcucha Alpejsko-karpackiego, załamującego się tam, gdzie napotyka on potężne masy krystaliczne, jak np. plateau Owernjackie, masa Czeska lub płyta granitowa Wołyńsko-ukraińska. W wielu górach pasmowych granity i pokrewne im skały stanowią trzon krystaliczny i tworzą najwyższe kulminacje (Pireneje, Alpy, Karpaty). Tereny wulkaniczne znane są powszechnie z charakterystycznych, mocno niekiedy eksponowanych, szeregami lub grupami ustawionych stożków erupcyjnych. A nawet podrzędne, co do znaczenia geologicznego, skały żyłowe odcinają się w terenie zazwyczaj ostro, tworząc zdala widoczne grzbiety, grzędy lub ściany.

Pokrój zewnętrzny skał ogniowych niezawsze jest całkowicie masywny i jednolity. Podczas ich ostygnięcia powstaje napięcie wewnętrzne, powodujące charakterystyczne spękania, które dzielą masę skalną na bryły rozmaitej wielkości i kształtów, zwane *ciosem*

naturalnym. Forma ciosu zależna jest od charakteru petrograficznego skały. Cios granitowy przybiera najczęściej formę równoległoboków prostych lub skośnych, rzadziej — płyt poziomo ułożonych. Bazalty słyną z ciosu pryzmatycznie-heksagonalnego, rzadziej kulistego lub kulisto-promienistego i t. d. Ta preegzystencja szczelin ciosowych ułatwia robotę destrukcyjną czynnikiem niwelującym i przyczynia się do wytwarzania owych, niekiedy tak fantastycznych i dziwacznych kształtów, które podziwiamy w terenach wysokogórskich (np. w Tatrach) lub na wybrzeżach morskich.

Ze sprawą ciosu naturalnego skał ogniowych wiąże się w sposób istotny także sprawa ich wietrzenia, zwłaszcza mechanicznego. Spękania ciosowe ułatwiają, rzecz naturalna, dostęp wodom atmosferycznym, które wraz z temperaturą są głównym czynnikiem, rozsadzającym i kruszącym skały. Wpływa to w sposób wybitny i na krajobraz wysokogórski. Owe „morza skalne“, owe „maliniaki i piargi“ niczem innym nie są, jak tylko oderwaniami od ścian i turni granitowych kruchami, które odłupała zamarzająca w szczelinach ciosowych woda.

* * *

Petrografia opisowa usiłuje przedstawić królestwo skał jak najdokładniej, podać ich charaktery możliwie wyczerpująco. Według panujących dziś wymagań naukowych na dokładny opis skały wogóle, a w szczególności skały pochodzenia ogniowego, składają się momenty następujące.

1. Szczegółowa charakterystyka mikroskopowo - optyczna wszystkich minerałów, stanowiących skałę opisywaną, tak zasadniczych, jak i dodatkowych, pierwotnych i wtórnych. Charakterystyka ta winna być podawana, o ile można, w sposób ilościowy, t. j. w pomiarach liczbowych. Budowa skały, tudzież przestrzenny stosunek składających ją minerałów, muszą być szczegółowo omówione.

2. Dokładna analiza chemiczna (ilościowa) skały, której bieg i zakres zgóry jest niejako wskazany przez skład mineralny. Wielce są pożądane rozbiory chemiczne składników głównych, starannie wyizolowanych. Opierając się na ich składzie chemicznym, można obliczyć skład mineralny skały daleko dokładniej, bo

na podstawie danych konkretnych, a nie tylko, jak to zwykle bywa, na podstawie zbyt szerokich założeń teoretycznych. Dyskusja otrzymanych na drodze chemicznej wyników i porównanie ich z wynikami analizy mikroskopowo-optycznej.

3. Budowa ogólna skały oraz bardziej znamienne szczegóły mikrostruktury poszczególnych minerałów muszą być reprodukowane mikrofotograficznie i stanowić niezbędną ilustrację opisu.

4. Ciężar właściwy skały, oznaczony metodą bezpośredniego ważenia w wodzie wygotowanej w tyglu platynowym, mogącym pomieścić co najmniej 10—15 gr drobnych okruchów skały, tak dobranych, by odpowiadały jej przeciętnemu składowi mineralnemu.

5. Wreszcie opis skały winien także zawierać dane geologiczne, dotyczące się jej genezy, formy występowania, masy, ciosu i t. p.

6. Jeżeli skała opisywana zawiera dostateczną ilość znamion swoistych: nową kombinację składników głównych, oryginalną budowę lub oryginalny stosunek molekularny pierwiastków chemicznych, nadaje się jej krótką nazwą rodzajową najczęściej od miejscowości, w której występuje, np. cieszynit (od Cieszyna), mariupolit (od Mariupola), beringit (od wyspy Beringa) i t. d.

* * *

4. NAUKA O SKAŁACH OSADOWYCH.

Posiadamy liczne i ze wszech miar przekonywające dowody tego, że skały osadowe, przykrywające stosunkowo cienkim i mocno niekiedy poszarpanym płaszczem zewnętrzną litosferę a stanowiące zaledwie $\frac{1}{100}$ część jej masy wedle rachunku F. W. Clarke'a (ob. wyżej, str. 138), powstają przez wietrzenie i rozkład skał pochodzenia ogniowego. A ponieważ te ostatnie, jak już wiemy, składają się z kilkunastu zaledwie najgłówniejszych i najbardziej rozpowszechnionych minerałów skałotwórczych, przeto jest rzecz jasna, że cały ten wielki proces tworzenia się osadów powierzchniowych sprowadza się ostatecznie do zmian, jakim ulegają minerały, powstałe w środowisku magmatycznym, skoro się znajdują w otoczeniu nowych dla siebie warunków fizyczno-che-

micznych — w zetknięciu z hydro- i atmosferą. W myśl teorii Kanta i Laplace'a wyobrażamy sobie, że w zaraniu konsolidacji globu ziemskiego cała jego stała powłoka zewnętrzna składała się wyłącznie tylko z krzemianów i kwarcu i że dopiero z chwilą skraplania się atmosfery i wytwarzania się hydrosfery rozpoczął się wiekowy i nigdy od tej chwili nieprzerwany akt stopniowego przeobrażania się owej magmatycznej powłoki krzemianowo-kwarcowej na elementy skał osadowych, akt, poprzedzony w dodatku przez pierwsze drgania dyzlokacyjne pancerza krzemianowego i wytwarzanie się nierówności terenowych, a co za tem idzie — pierwszych wielkich zlewisk i zbiorników wód atmosferycznych. W nich to, dzięki odwiecznej rytmice układu słonecznego i spływającej zeń energii cieplnej, potworzyły się pierwsze spłókane z pralądów osady morskie, pierwsze, jak je dziś zwiemy, geosynkliny, które następnie — po długich okresach geologicznych — wydźwignięte przez skurcz skorupy ziemskiej na jej powierzchnię i wypiętrzone w łańcuchy górskie — uległy ponownej destrukcji i ponownej abrazji.. A proces ten kolisty, trwający od zamierzchłych praczasów geologicznych aż do doby dzisiejszej, powtarzać się będzie nadal tak długo, jak długo nie wygaśnie energia słońca. Jeżeli tedy mówimy dzisiaj o procesie wietrzenia, to rozumiemy przezeń nie tylko rozkład skał ogniwych, ale także i wypiętrzonych nad poziom skał osadowych i metamorficznych, czyli całej powierzchni lądów stałych. Nie zmienia to jednak bynajmniej naszej tezy pierwotnej o pochodzeniu skał osadowych z rozkładu kilkunastu minerałów, wytwarzających skały ogniwowe. A minerały te znamy już imiennie z rozdziału poprzedniego i ze Wstępu do mineralogji (porównaj str. 64). Są to kwarc, skalenie i skaleniowce, pirokseny i amfibole, oliwiny, wreszcie miki. Przypomnijmy sobie pokrótce te produkty wietrzenia chemicznego, które powstają z wymienionych naczelných składników litosfery pod wpływem działania czynników atmosferycznych, a więc tlenu, dwutlenku węglowego i wody (porównaj rozdział: „Minerały wtórne“ we Wstępie do mineralogji, str. 79).

Skalenie i skaleniowce zamieniają się w kaolin, przyczem alkalja i wapno wydzielają się z nich w formie węglanów, część zaś dwutlenku krzemu — w formie krzemionki koloidalnej

Rzadziej zdarza się, iż skalenie przechodzą w epidot, skaleniowce zaś — w dzeolity. Ortoklaz i mikroklin dają także początek serycytowi. Najważniejszą pochodną skaleni jest jednak, bez wątpienia, kaolin (nakryt), a następnie—serycyt. Ważną jest okoliczność, że zarówno kaolin, jak serycyt, są ciałami sypkimi, ziemistemi, skłonnemi—zwłaszcza pierwszy—do wytwarzania roztworów koloidalnych.

Pirokseny, amfibole i biotyty rozkładają się najczęściej w ten sposób, że powstaje z nich włóknisty zielonawy chloryt, wydzielają się zaś jednocześnie węglany wapnia, magnezu i żelaza, niekiedy także—tlenki żelaza i tytanu. Rzadziej w rezultacie rozkładu powstaje obok chlorytu także granat i wolna krzemionka (kwarc).

Oliwiny przechodzą w serpentyn o budowie oczkowej lub włóknistej i blaszkowatej (chryzotyl, antygoryt), oraz węglany magnezu i żelaza.

Wszystkie więc te reakcje rozkładowe przebiegają, jak widzimy, w sposób analogiczny: krzemiany pierwotnie bezwodne przeobrażają się w krzemiany uwodnione, obok jednocześnie powstających węglanów i wolnej krzemionki.

Co się tyczy kwarcu, to nie może on, oczywiście, ulegać żadnym reakcjom rozkładowym, może się jednak częściowo rozpuszczać, zwłaszcza w wodach gorących, ale, naogół, w stopniu tylko bardzo ograniczonym.

Jeżeli zważymy, jak olbrzymią przewagę mają skały skaleniowe w budowie litosfery, to łatwo przekonamy się, że proces kaolinizacji jest najpowszechniejszym procesem rozkładowym na powierzchni ziemi. I dlatego musimy mu poświęcić jeszcze słów kilka. Kaolinizacja skał skaleniowych odbywa się wszędzie tam, gdzie się one stykają z atmosferą. Ale w wielu razach reakcję tę — z natury rzeczy powolną — podniecają czynniki uboczne, jak źródła termalne, a zwłaszcza ekshalacje powulkaniczne. Ale to są czynniki znaczenia bardziej miejscowego. Daleko szersze i powszechniejsze wpływy na kaolinizację zdaje się wywierać powłoka roślinna, stykająca się niekiedy bezpośrednio i na wielkich przestrzeniach ze skałami krzemianowemi. Chodzi tu o działanie kwasów, wydzielanych przez korzenie roślinne, a zwłaszcza kwasów humusowych, które powstają z rozkładu roślin butwiejących. Na płycie granitowej Wołyńsko-ukraińskiej np. często spotrzegamy

pod bezpośredniem przykryciem czarnoziemiu, bogatego w próchnicę, pokład metrowy lub grubszy jeszcze granitu całkowicie już zmuszającego i skaolinizowanego, który ku dołowi stopniowo przechodzi w skałę normalną. W Alpach, Karpatach (Tatrach) i górach o trzonach krystalicznych tę samą rolę czynników, sprzyjających kaolinizacji lub serycytyzacji, odgrywają mchy i porosty, pokrywające nagie skały granitu.

Rzecz jest bardzo ciekawa i znamienna, że w klimacie tropikalnym proces rozkładu skał krzemianowych przebiega zgoła odmiennie. Studja, dokonane w ostatnich czasach nad rozkładem skał w Indjach, na Cejlonie, w Brazylii, Australji, Afryce, na Madagaskarze i t. d., dowiodły, że głównym wynikiem rozpadu jest tam nie kaolin, lecz lateryt lub — lateryt i (podrzednie) kaolin. Przez lateryt zaś rozumiemy mieszaninę tlenków wodnych glinu, żelaza i krzemu, które wszystkie razem tworzą skorupę niekiedy na 1 *cm* grubą, pokrywającą granity, diabazy i inne skały tropikalne, a dostają się także do otaczających skały te gleb eluwjalnych. Pod zwrotnikami wietrzenie glinokrzemianów jest zatem bardziej, że tak powiem, radykalne i krańcowe, bo prowadzące aż do rozpadu na poszczególne tlenki, gdy w klimacie umiarkowanym rozkład ten zatrzymuje się tylko na powstawaniu glinokrzemianu uwodnionego, jakim jest kaolin. Przyczynę laterytyzacji upatrujemy w gorącym klimacie, w jego cieplej wilgotności, która sprzyja nadzwyczaj bujnej vegetacji, przyspieszającej procesy gnilne i t. p. Niektórzy przypuszczają także, że procesowi laterytyzacji sprzyjają częste i gwałtowne nawałnice tropikalne oraz towarzyszące im wyładowania elektryczne, które powodują tworzenie się tlenków azotu, a w rezultacie — kwasu azotowego, spadającego wraz z deszczem i działającego rozkładowo na skały.

Mówiąc o chemicznem wietrzeniu skał ogniowych, musimy tu także wspomnieć nawiasowo i o tem, że proces ten dotyka w równej mierze niektóre skały osadowe, jak np. wapienie, gipsy i t. p. Wietrzenie ich chemiczne polega przedewszystkiem na rozpuszczalności w wodzie, zawierającej dużo bezwodnika węglowego. Woda taka, jak wiadomo, rozpuszcza dość obficie węglan wapniowy, a mianowicie w stosunku przeszło 1 *gr* w litrze. Skały wapienne bywają przeto najczęściej podziurawione,

przejęte próżniami i jaskiniami, co wszystko razem składa się na tak zw. zjawisko „krasowe“ (od południowo-słowiańskiego Krasu). Ponieważ jednak wapienie skałotwórcze zawierają zwykle domieszki żelaza, krzemionki i t. p., przeto woda, rozpuszczająca węglan wapniowy, pozostawia na miejscu w wygryzionych próżniach i szczelinach charakterystyczny czerwony osad, złożony przeważnie z gliny i limonitu, a zwany z włoska *terra rossa*.

Procesy wietrzenia chemicznego, których przegląd treściwy podaliśmy wyżej, w stopniu bardzo wysokim zależne są od odbywającego się zwykle jednocześnie wietrzenia mechanicznego, czyli od stopniowego rozpadania się, kruszenia i rozluźniania się skał pierwotnie zwartych. Następuje to wogóle pod wpływem insolacji i zmian temperatury, które sprowadzają napięcia wewnętrzne, a co zatem idzie — spękania i szczeliny. Mówiliśmy już poprzednio o tem, że skały pochodzenia ogniowego, zastygając, ulegają zwykle spękanom, powodującym powstawanie ciosu naturalnego. Już więc szczeliny ciosowe przyczyniają się do rozluźniania skał pierwotnie litych. Woda, przenikając w nie i zamarzając, rozsadza skały, które w miejscach eksponowanych obrywają się, spadają, kruszeją. Jeżeli przytem uprzytomnimy sobie, że poza kwarcem, wszystkie niemal najgłówniejsze minerały skałotwórcze, jak skalenie, amfibole, pirokseny, oliwiny i miki, odznaczają się wybitną łupliwością, ułatwiającą powstawanie w nich szczelin na skutek rytmiki oddziaływań termicznych, to z łatwością zrozumiemy, że te mikroskopowe choćby „szczeliny łupliwości“ są temi miejscami słabszego oporu, któremi woda atmosferyczna prowadzi swe niszczyielskie dzieło dezagregacji skał ogniowych. Przez kruszenie się i rozluźnianie tkaniny skalnej wzmagają się olbrzymio powierzchnia oddziaływania atmosferylżów, a tem samem wzrasta szybkość reakcji rozkładowej. Minerale, nie ulegające wietrzeniu chemicznemu, jak kwarc, wykruszają się ze skały przez to, że całe ich otoczenie, rozluźnione chemicznie, podlega ługującemu działaniu wody. Wietrzenie granitu odbywa się zatem w ten sposób, że skałen i mika zamieniają się na sypki proszek kaolinu, chlorytu i serycytu, tworząc łatwo zawiesiny w wodzie, która je zatem unosi,

a pozostawia na miejscu tylko kwarc w postaci szczyrku lub drobniejszego gruzu i piasku. Samo rozumie się przez się, wypiętrzanie skał sprzyja i przyspiesza proces wietrzenia. W górach bowiem energia wód spadających jest nierównie większa, niż na nizinach, skutkiem czego ich działalność spłókująca i niwelująca jest tam bez porównania potężniejsza. Wiekowe działanie wód atmosferycznych niszczy ostatecznie i niweluje góry i łądy, ale siły tektoniczne wydzwigają w kolei wieków geologicznych wciąż nowe gór układy, które znów ulegają nieubłaganej destrukcji. Tak rozpadają się i zanikają grzbiety górskie, napełniają się zaś morza i oceany, do których ostatecznie podążają wszystkie produkty wietrzenia chemicznego i mechanicznego. Spłókują je opady atmosferyczne i unoszą wyrobionemi przez się szlakami — w postaci rzek i potoków — do wielkich światowych zbiorników żywiołu ciekłego. Ten transport rozkruszonej, zwietrzałej i rozpylonej powierzchni ziemskiej odbywa się jednak nietylko zapomocą wód, spływających z wyniosłości na niziny i zagłębienia, lecz także zapomocą wiatrów, zwłaszcza t. zw. sezonowych, zapomocą lodowców, spelzających z grzbietów górskich, zapomocą wielkich gór lodowych, odłupujących się od potężnych lodowców polarnych, a porywanych i unoszonych prądami morskimi, wreszcie, w stopniu, co prawda, najmniejszym — zapomocą zwierząt i roślin morskich.

Zastanówmy się teraz nad tem, co właściwie unoszą ze sobą wody, spływające z łądów do mórz i oceanów? Wiemy już z poprzedniego, że — produkty wietrzenia chemicznego i mechanicznego skał przeważnie krzemianowych, a więc łatwo w wodzie rozpuszczalne węglany alkaliczne i ziemno-alkaliczne, a więc roztwory i zawiesiny koloidalne ciał takich, jak kaolin, wodziany glinu i żelaza. Istotnie, analiza wód rzecznych dowodzi, że zawierają one w 1 litrze od 1.5 do 3 gr ciał rozpuszczonych, a mianowicie około 60% węglanów, około 10% siarczanów, około 5% chlorków i około 25% ciał ilastych natury koloidalnej. To wszystko idzie zatem do morza. Rzecz jest jednak ciekawa i ważna, że woda morska ma skład zgoła odmienny. A mianowicie: w 1 litrze wody morskiej mamy około 3.5 gr ciał rozpuszczal-

nych, wśród których na czoło wysuwają się przytem nie węglany, lecz chlorki, tworzące aż około 90% całej ilości ciał rozpuszczonych, poczem dopiero idą siarczany (10%), na końcu zaś — węglany w ilości tylko około 0.2%. Stąd jasny wniosek, że owe chlorki wody morskiej nie zostały wyplókanne z lądów, lecz stanowią pierwotną zawartość wód oceanicznych, które wraz z nimi opadły z pierwotnej atmosfery na powierzchnię litosfery po jej ostatecznym zakrzepnięciu i ostygnięciu. Musimy więc przyjąć, że dzisiejsze wody lądowe znoszą do morza przeważnie węglany alkaliczne i ziemno-alkaliczne oraz ciała koloidalno-ilaste. Tyle o ciałach w wodzie rozpuszczonych. Nie potrzebujemy osobno wyjaśniać, że wody, spływające po powierzchni ziemi, znoszą prócz tego w kierunku swojego spadku mniejszą lub większą ilość materiału skalnego bądź to w postaci mętów i zawiesin (poza właściwymi koloidami), bądź też — piasku i grubszych okruchów kamiennych, których ilość zależy od wielkości spadku, od ilości opadów atmosferycznych na terytorjum danego zlewiska, tudzież od jego obszaru i charakteru petrograficznego. Tą drogą rzeki dostarczają morzom olbrzymiej ilości materiału okruchowego, który po drodze, trąc się o ich dno i brzegi, traci ostrość kantów, zaokrągla się i przybiera postać piasku i żwiru. Dość powiedzieć, że taka np. Mississipi znosi do morza rocznie około 370 milionów tonn osadów mechanicznych. Gdyby ten szacunek był nawet przesadzony, to w każdym razie daje on przybliżone pojęcie o skali transportu, który dokonywa się corocznie za pośrednictwem wszystkich stoków wodnych na całym globie.

Dotychczas, mówiąc o wietrzeniu mechanicznem skał, mieliśmy głównie na uwadze działanie wód atmosferycznych w związku z wahaniami temperatury około 0°. Ale prócz tego czynnika destrukcyjnego istnieje jeszcze inny, niemniej potężny, w postaci — kipieli morskiej. Oddziaływanie mechaniczne fal morskich na ląd ogranicza się, jak wiadomo, tylko do pasa przybrzeżnego. Rytmika wieczysta przyływu i odpływu, oraz wiatry i burze, utrzymują w tym pasie nieustanny ruch, nieustanne uderzanie fal wodnych o wybrzeża lądu. Zwłaszcza tam, gdzie krawędź lądowa jest bardziej urwista i eksponowana, to oddziaływanie wzburzo-

nego morza na skały przybrzeżne bywa bardzo energiczne. Fale, pędzone przez wiatr, uderzają, niby taranem, w kadłub kamienny, rozpryskują się, ale i kruszą go stopniowo, podcinając u stóp, wierząc dziury, jaskinie i rozpadliny w miejscach najmniejszego oporu. Z biegiem czasu nagromadza się na brzegu wał okruchów i odłamów skalnych, które, wciąż poruszane przez odpływ i przyływ, obcierają się i szlifują nawzajem, przybierając formy zaokrąglone otoczków. Ta ciągła i nigdy nieprzerywana kipiela morska jest gigantycznym młynem, który, działając wieczyście, miele oderwane okruchy skalne ostatecznie na żwir, piasek, oraz ił subtelny. W kipieli żywiół ciekły wody ściera się ustawicznie z żywiółem stałym łądu, pochłaniając go stopniowo. Zmaganie się tych potęg kończy się ostatecznie zwycięstwem żywiółu ciekłego. W walce tej kształtuje się rzeźba wybrzeży, która, jak wiadomo, jest bardzo nierówna i niejednakowa i rejestruje niejako chwilowy stan akcji. Skały ogniowe, zwłaszcza granity, opierają się atakom morskim dłużej i wytrwalej, skały osadowe (np. wapienie i piaskowce) ulegają w walce prędzej. Stąd pierwsze tworzą częstokroć jakby skarpy i cokółty, wrzynające się daleko w morze, gdy w miejscu drugich, powstają łagodne łukowato wcięte zatoki o plaży równej i piaszczystej. Woda morska nie tylko burzy krawędzie łądowe, ścinając je i abradując, ale także roznosi po szerokich oceanach produkty tego zniszczenia zapomocą swych gigantycznych prądów.

Wszystkie produkty wietrzenia, zarówno chemiczne jak mechaniczne, stanowią ten materiał, z którego tworzą się skały osadowe. Ze spostrzeżeń doby dzisiejszej wiemy, że osady powstawać mogą bądź na wybrzeżach morskich, bądź na dnie mórz i oceanów, bądź w dolinach rzecznych, bądź wreszcie na łądzie stałym, nawiane przez wiatry, nasunięte przez lodowce, spływające z wyżyn polarnych lub gór alpejskich. Wiemy także, że w morzach dzisiejszych wytwarzają się w pewnych warunkach wielkie nagromadzenia substancji nieorganicznych (wapiennych przeważnie) — jako wynik vegetacji flory i fauny. Wychodząc z zasady aktualizmu geologicznego (Lyell), możemy przeto twierdzić, że w minionych epokach geologicznych skały osadowe tworzyły się w ten sam sposób, jak dzisiaj. Dla zapoznania się

ze światem skał osadowych dawnych, czyli „kopalnych“, musimy przede wszystkim zawrzeć znajomość z temi osadami, które dziś powstają na olbrzymich przestrzeniach dna oceanicznego. Przedtem jednak wypadnie nam uczynić małe zboczenie w kierunku terminologii skał osadowych.

Znamienną właściwością skał osadowych, która je na pierwszy rzut oka pozwala odróżnić od skał pochodzenia ogniowego, jest ich uwarstwienie, czyli pewna podzielność w płaszczyźnie sedymentacji. Osadzanie się produktów wietrzenia mechanicznego oraz koagulacja zawiesin koloidalnych jest procesem wiekowym, który może podlegać pewnym zastojom i podczas którego osiadający na dnie zbiornika wodnego materiał może ulegać pewnym zmianom tak co do swej grubości i składu, jak i co do zabarwienia. Te zastoje i zmiany, zachodzące od czasu do czasu w procesie sedymentacji, rejestrują się w warstwach, które często — przedzielone są powstającymi następnie szczelinami „międzywarstwowymi“. Pierwotne warstwy układają się poziomo i równolegle, ale na skutek procesów tektonicznych i dyzlokacyjnych, nieustannie w skorupie ziemi zachodzących, mogą ulegać sfałdowaniu, wypiętrzeniu, spękanom. Mają one prócz tego, podobnie jak skały ogniowe, pewnego rodzaju podzielność wtórną, powstającą zwykle pod wpływem ciśnienia górotwórczego a powodującą rozpadanie się warstw na swoiste formy ciosowe. Skały o warstwach bardzo cienkich (najczęściej ilaste) przyjęto nazywać łupkowatymi lub wprost łupkami. Warstwy grube, właściwe np. niektórym piaskowcom, zwane bywają inaczej ławicami. Skały osadowe pochodzenia eolicznego, czyli nawiane, jak np. niektóre piaskowce, posiadają uławicenie odmienne, a mianowicie przekątne, warstwy zaś ich przybierają formę płaskich soczewek zgodnie z mechaniką akumulacyjną wiatru. Niektóre wreszcie skały osadowe są zgoła pozbawione uwarstwienia, jak np. moreny lodowcowe, będące beładnem nagromadzeniem różnorodnego materiału okruchowego.

By wniknąć głębiej w istotę nauki o skałach osadowych, trzeba z kolei rozważyć warunki ich powstawania, czyli genezę. Pod względem genetycznym skały osadowe rozpadają się na trzy

kategorje: na osady mechaniczne, osady chemiczne oraz utwory pochodzenia organicznego. Gdy pierwsze są mechanicznem nagromadzeniem okruchów, miálu i zawiesin mineralnych, unoszonych przez wodę lub wiatry (np. piasków, ilów), gdy drugie są wynikiem krystalizacji roztworów wodnych (np. skoncentrowanej przez parowanie wody morskiej), to trzecie powstają na skutek procesów biochemicznych, należących do cyklu biologicznego pewnych zwierząt i roślin morskich. Stąd powstaje różnaitość budowy i składu skał osadowych. Pomijając narazie osady chemiczne i biochemiczne, których sedymentacją rządzą prawa fizyczno-chemiczne i któremi zajmiemy się osobno w następstwie, tu uwzględnimy tylko osady mechaniczne, geologicznie najważniejsze i najbardziej rozpowszechnione. Posiadają one słownictwo swoiste i urozmaicone.

Skały osadowe, będące wynikiem sedymentacji mechanicznej, a nazywane także skałami okrucłowymi lub klastycznymi, składają się z okruchów, miálu, ilu różnego pochodzenia. Okrucchy te mogą mieć formę różnaitą. Jedne z nich są ostrokrawędziowe lub wogóle kanciaste, inne są mniej lub więcej zaokrąglone i wygładzone. Pierwsze z nich — po oderwaniu się od skały macierzystej — nie podlegały żadnej mechanicznej obróbce i spoczywają zwykle w niedalekiej od złoża pierwotnego odległości, drugie zostały obrobione podczas dalekiego nieraz transportu czy to w łozysku rzek, czy pod ciężarem sunącego z gór ku ninom lodowca, czy też wreszcie w kipieli przybrzeżnej morza. Okrucchy pierwszego rodzaju, wzięte oddzielnie, nazywamy „kantakami“, w luźnym zespole — szcerkiem, gruzem, piargiem, rumowiskiem. Okrucchy zaokrąglone, czyli głązy i otoczaki, tworzą pospołu żwir, a gdy są drobniejsze od grochu — piasek. Szcerk i piarg, gdy z biegiem czasu zostaną scementowane zapomocą wsiąkającego w nie lepszczu i utworzą zwartą skałę, otrzymują nazwę brekcji, czyli druzgotu, scementowany żwir tworzy zlepieńce, czyli konglomeraty, piasek zaś, spojony lepszczem, staje się piaskowcem. Co do wielkości poszczególnych okrucchów, to odróżniamy ją w słownictwie skał osadowych także osobnemi terminami. A więc, grube okrucchowce nazywamy, wogóle, pseitami (np. brekcje, zlepieńce), drobniejsze — psamitami (właściwe piaskowce),

wreszcie najdrobniejsze osady mechaniczne (ił, szlam, glina) o budowie mączystej otrzymały nazwę pelitów. Są to oczywiście nazwy ogólne i zbiorowe, które nic innego nie wyrażają, jak tylko względną wielkość okruchów. Natomiast pojęcia druzgotu i zlepieńca zawierają w sobie już moment genetyczny. Ważne znaczenie genetyczne posiada także lepiszcze, którego natura mineralogiczno-chemiczna rzuca dużo światła na sposób zwierania się i zestalania się luźnych okruchów.

Wogóle, petrografia skał osadowych za główne swe zadanie poczytuje rozwikłanie i wyjaśnienie historii powstania danego osadu. W tym celu bada ona jego skład mineralny, stan zachowania okruchów, naturę cementu, wiążącego materiał klastyczny, oraz usiłuje na podstawie szczegółowej analizy rzeczowej i rozważań natury paleogeograficznej dać odpowiedź na pytanie, skąd pochodzi ów materiał klastyczny i jakimi drogami dostał się on na miejsce dzisiejszego swojego spoczynku oraz jakim w następstwie ulegał przeobrażeniom. W tych dociekaniach niepoślednią rolę odgrywają także resztki organiczne w postaci skamieniałości zwierzęcych i roślinnych, które znajdujemy często w skałach osadowych, a które w sposób niedwuznaczny pouczają nas o warunkach fizyczno-geograficznych sedimentacji. By należycie ocenić rolę organizmów w tworzeniu się skał osadowych i poznać nieco bliżej mechanizm ich powstawania, musimy przedewszystkiem przypatrzeć się osadom współczesnym, mórz dzisiejszych, a następnie dopiero zając się właściwymi skałami osadowymi formacyj dawniejszych.

Osady mórz i oceanów dzisiejszych ¹⁾. Oceanografia współczesna, której zawdzięczamy tyle cennych odkryć w dziedzinie geologii dna morskiego, a w szczególności — w dziedzinie odbywających się na niem procesów sedimentacyjnych, odróżnia osady morskie trojakiemu rodzajowi: osady przybrzeżne, osady hemipelagiczne i osady eupelagiczne. Pierwsze pozostają w najściślejszej zależności od lądu, którego wpływy w miarę oddalania

¹⁾ Porówn. K. André: *Geologie des Meeresbodens*. Lipsk 1920.

się od brzegu stopniowo maleją, a w osadach eupelagicznych — prawie całkowicie zanikają.

Osady przybrzeżne. Na wybrzeżu morskim, w owej kilkakrotnie już wspomnianej kipieli morskiej, odbywa się na wielką skalę przedewszystkiem kruszenie skał i obróbka materiału okrucowego na głązy, żwir, piasek i subtelne zawiesiny. Skład mineralny tych otoczków zależy bezpośrednio od charakteru petrograficznego przylegającej krawędzi brzeżnej. Plażę morską, czyli właściwą arenę działalności młyna kipielowego, pokrywają podługne wały bądź żwiru, bądź piasku, nasuwanych nieustanną pracą fal oceanicznych. W terenach skał krystalicznych panuje na plaży żwir, składający się zwykle z otoczków większych, przypominających niekiedy formą i wymiarami olbrzymie bochny chleba, w terenach zaś dyluwjalnych, jak u nas nad Bałtykiem, plaża bywa piaszczysta i gładka. Są to niejako dwie ostateczności połączone całym łańcuchem przejść rozmaitych. W każdym razie nie trzeba zapominać o tem, że prócz materiału mineralnego osady mechaniczne plaży morskiej zawierają prawie zawsze mniejszą lub większą domieszkę substancyj organicznych w formie muszli, wodorostów i wogóle t. zw. planktonu morskiego, unoszonego biernie prądami i wyrzucanego ostatecznie na wybrzeża lądowe. Z tych to żwirów i piasków, po ustąpieniu morza i sementowaniu się luźnych elementów, powstają zlepieńce i piaskowce. Piasek morski jest pojęciem zbiorowym i bardzo szerokim. Najczęściej składa się on z przeważających ziarn kwarcu granitowego, gdzieindziej jednak tworzą go krągłe ziarna wapienne, pochodzące z muszli, koralii, wapiennych wodorostów i t. p. Kipiel przybrzeżna, poruszając ustawicznie piaskiem, nagromadzonym na plaży, może go segregować wedle ciężaru właściwego, skupiając elementy cięższe w poziomach niższych wału piaszczystego. Tą drogą powstają np. wśród piasku kwarcowego wtrącenia smużyste granatu, turmalinu lub jakiegoś innego minerału „akcesorycznego“ skał ogniwych i metamorficznych. Dość często — zwłaszcza w terenach wulkanicznych — napotykamy całe ławice piasku augitowego, ilmenitowego lub magnetytowego, które bywają niekiedy nawet eksploatowane, jako cenna ruda żelazna.

W okolicach Neapolu piasek plaży składa się niekiedy z sanidynu lub oliwinu, a na Cejlonie zawiera on nawet ziarna kamieni szlachetnych, jak szafir, rubin, spinel... Ba, na wybrzeżach Pacyfiku w okolicach S. Francisko, Nome, Władywostoku znajdowano w nim nawet złoto i platynę... Wszystko to są składniki poboczne skał krystalicznych najbliższego otoczenia. Zbyteczna dodawać, że osady ilaste na samej plaży, wystawionej na ciągłe działanie kipieli morskiej, powstawać w większych ilościach nie mogą, albowiem wzburzone fale wypłukują i unoszą je poza obszar właściwego wybrzeża. Natomiast piaski morskie mogą być porywane i unoszone wiatrami w kierunku lądu, tworząc znane powszechnie wydmy piaszczyste. Rzecz godna uwagi, że piaski morskie, osobliwie obfitujące w składniki wapienne, ulegają już dzisiaj częściowej cementacji.

Przypatrzmy się teraz osadzaniu się materiałów, znoszonych do morza przez rzeki. Wspomnieliśmy już wyżej, że wody atmosferyczne spłukują z całego dorzecza materiał rozkładowy zarówno klastyczny, jak zawieszinowy i rozpuszczalny, i unoszą go w kierunku swojego spadku. Nie wszystko to dostaje się jednak do morza. Część materiału okruchowego pozostaje na dnie i brzegach rzeki, zwłaszcza w środkowym i dolnym jej biegu, a i część zawieszin, dostająca się podczas powodzi do zacisznych łach i odnóg rzecznych, podlega powolnemu osiadaniu. Tak praca rzeki oddziela gliny i ły od żwirów i piasków. Atoli znaczna część tego materiału klastycznego dociera także do morza. Tu wody rzeczne, tracąc całkowicie żywą siłę spadku, składają zniesiony przez się transport. Przy ujściu rzek do morza nagromadzają się niekiedy znaczne masy osadów, zwane *deltami*. Są to namuliska, przypominające formą odwrócony trójkąt lub grecką literę Δ . Wysuwają się one w morze nieraz na kilkanaście a nawet na kilkadziesiąt *km* (delta Mississipi). Naczelnym warunkiem tworzenia się delt jest stopniowe wynurzenie się lądu, czyli cofanie się morza. Osad deltowy jest osadem mieszanym, składającym się ze szlamu, łu, ale także z piasku, żwiru i większych otoczków. Zawiera on prócz tego wielką masę rozkładających się substancyj organicznych, muszle rzeczne i morskie, a niekiedy całe szkielety zwierzęce. Ponieważ miąższość namuliska sięga

kilkunastu i więcej metrów, przeto z głębszych jego poziomów wydzielają się niekiedy obfite gazy rozkładowe w postaci metanu, dwutlenku węgla, azotu, niekiedy także — siarkowodoru. Deltę rosną. Roczny ich przyrost w przypadkach krańcowych (deltę Gangesu, Mississippi) sięga nawet paruset metrów. Zależy to, oczywiście, od tempa wynurzania się brzegu, a także — od obfitości transportowanych przez rzekę osadów. W krajach podzwrotnikowych tworzeniu się i utrwalaniu delt sprzyja także nadzwyczaj bujna wegetacja roślinna „mangrove“, której korzenie umacniają grunt namuliskowy i osłabiają destrukcyjną działalność kipieli morskiej.

Sedymentacji subtelnych zawiesin, dostających się wraz z wodą rzeczną do morza, w wysokim stopniu sprzyja zawartość soli (zwłaszcza magnezowych) w wodzie morskiej, które, jak wiemy, działają koagulująco, czyli strącają męty a klarują wodę. Produkt tej koagulacji w postaci najsubtelniejszego szlamu w miejscach, bardziej zacisznych i zabezpieczonych od działania fal i bałwanów morskich, osadza się wieńcem na dnie przybrzeżnym morza. Szlam ten posiada zazwyczaj barwę czarną od tworzącego się w nim bardzo często siarczku żelaza (FeS), a nawet pirytu (FeS_2), jak np. w limanach południowo-ukraińskich i w morzu Czarnem, co pozostaje oczywiście w związku z rozkładem zawartych w szlamie substancji białkowych i wydzielaniem się siarkowodoru.

Kipiel morska z wałów przybrzeżnych i plaży, ustawicznie poruszanej i zwilżanej, a podczas odpływu nawet „wysysanej“ przez cofające się fale, stale wytwarza pewną ilość zawiesin i drobniejszego piasku, które w spokojniejszych poziomach wód (poniżej amplitudy falowania) osiadają i wytwarzają swoiste namuliska, otaczające szerszym lub węższym pasem wszystkie lądy stałe. Do osadów mechanicznych, wyłókiwanych przez kipieli lub dostarczanych przez wody rzeczne, trzeba jeszcze dodać osady, powstające z pyłu, nawiewanego przez wiatry z kontynentów suchych i pustyniowych. Tego rodzaju osady znamy np. w okolicach przylądka Zielonego. Powstają one pod wpływem passatów, wiejących podczas zimy i wiosny z kontynentu północnej Afryki.

Działalność skalotwórcza organizmów. Do osadów przybrzeżnych morskich zaliczamy także te przedziwne budowle, które powstają w płytkich morzach na skutek procesów biologicznych zwierząt i roślin, wytwarzających szkielety wapienne. Przedewszystkiem chcemy tu podkreślić w krótkim ujęciu znaczenie tak skądinąd popularnych, choć dla mieszkańców północy tak zarazem egzotycznych, raf koralowych. Spopularyzował je pierwszy genialny przyrodnik angielski, K. Darwin, w swej słynnej rozprawie „O budowie i rozmieszczeniu raf koralowych“ (Londyn, 1839 r.). Korale są to zwierzęta jamochłonne morskie, które, przeszedwszy stadium larwy, osiadają na kamiennem, piaszczystem, a nawet ilastem podłożu i tu rozrastają się w potężne kolonie, dzięki wytwarzanym przez się szkieletom ochronnym. Życ i pomyślnie rozwijać się one mogą tylko w morzach ciepłych o temperaturze wody nie niższej od 20° C. i w głębokościach, nie przekraczających 30—40 m. Ojczyzną koralu są morza oceanu Spokojnego, Indyjskiego i Atlantyckiego w granicach międzyzwrotnikowych, między 32° północnej i 32° południowej szerokości. Lubią one wodę czystą, ale obfitującą we właściwy im pokarm, unikają zatem sąsiedztwa ujść rzecznych i wulkanów czynnych, zanieczyszczających wodę, pierwsze—przez zawiesiny lądowe, drugie—przez popiół wulkaniczny. Korale rozrastają się odśrodkowo, tak, iż nowe ich generacje zajmują części peryferyczne osiedla, gdy części jego środkowe obumierają. Dzięki takiemu rozrastaniu się powstają dookoła wysp morskich girlandy i wały koralowe, a w przypadkach obniżania się dna morskiego—t. zw. atole, czyli rafy pierścieniowe. Te ostatnie narastają dzięki ciągłej wegetacji koralu, dążących do utrzymania się na pewnym stałym poziomie pod powierzchnią morza podczas odpływu. W razie wynurzania się dna morskiego korale stopniowo giną dla braku pokarmu i z powodu działania wód atmosferycznych (słodkich), których nie znoszą. Po obumarłych zwierzętach pozostają jednak szkielety, które następnie ulegają mineralizacji i fosforyzacji.

Korale nie są jedynymi mieszkańcami i budowniczymi wysp koralowych. Żyją i gromadzą się z niemi pospół także wodorosty wapienne (litotamnye), jeże i gwiazdy morskie, otwornice i t. p. Samo się przez się rozumie, że rafy koralowe już podczas swo-

jego tworzenia się ulegają jednoczesnej destrukcji. Kruszy je przede wszystkim kipiela morska, niszczą zwierzęta i algi. Skutkiem tego rafa koralowa, jak utrzymuje Walther, tylko w jakiejsz trzeciej części zajęta bywa przez organizmy żywe, gdy większą jej część pokrywają okruchy, miał i piasek wapienny. Rify pierścieniowe (atole), narastające na podkładzie zanurzającym się, mogą osiągać znaczną miąższość, wynoszącą niekiedy kilkaset *m*. Głośny tego przykład mamy w atolu Funafuti (z grupy Ellice na oceanie Spokojnym), który został przewiercony (w r. 1898) przez naukową ekspedycję angielską do głębokości 334,35 *m*! Większa część potężnej tej rify została już zmineralizowana, t. j. zamieniła się już na prawdziwą „kopalną“ skałę. Wiemy już ze „Wstępu do mineralogji“ (str. 104), na czem polega ta mineralizacja. Niezwykle interesujące badania prób wiertniczych, wykonane przez C. C. Cullisa, dowiodły, że pierwotna koralina, złożona ze szkieletu aragonitowego o budowie organicznej, stopniowo przeistacza się w kalcyt, który pod wpływem soli magnezowych wody morskiej przechodzi w dolomit. Cullis wyróżnił w atolu Funafuti 3 poziomy: aragonitowy do głębokości 30 *m*, kalcytowy do głębokości 194 *m* i dolomitowy do głębokości 213 *m*. Zawartość węgla magnezowego w dwu pierwszych poziomach wynosi 1—5%, w dolnym zaś sięga 42%! Przejścia te aragonitu w kalcyt i dolomit Cullis stwierdził także na drodze mikroskopowo-optycznej — ponad wszelką wątpliwość. W ten sposób zagadka „dolomityzacji wapieni“, która od tak dawna zaprzętała umysły geologów, została niedwuznacznie rozwiązana. Nie ulega dziś wątpliwości, że rify koralowe stanowiły i w epokach dawniejszych jedno z najobfitszych źródeł powstawania skał wapiennych i dolomitycznych.

Drugie miejsce po koralach, co do znaczenia skałotwórczego, zajmują wodorosty (algi), wytwarzające również szkielety wapienne i rify. Znaczenie ich jest tem donioślejsze, że nie są one tak wymagające pod względem temperatury i głębokości, skutkiem czego rozpowszechnienie ich jest bez porównania większe od zasięgu koralii. Spotykamy je w rzeczy samej nietylko pod zwrotnikiem, ale także w morzach polarnych i umiarkowanych. Znoszą one także i znaczną głębokość. Algi wapienne z grupy

litotamnjów spotykano nawet na głębokości 200 sążni w stanie żywym. Ławice ich podwodne są bardzo rozpowszechnione i ciągną się nieraz milami.

Jak z tego widać, działalność skałotwórcza zarówno fauny jak flory morskiej jest bardzo wybitna i geologicznie ważna. Składają się na nią procesy życiowe nie tylko koralów i wodorostów wapiennych, ale także — całego mnóstwa innych tworów morskich, jak mszywiołów, otwornic, jeżowców, przeróżnych muszli, ślimaków, których szkielety, rozarte w kipieli morskiej, przyczyniają się w znacznym stopniu do powstawania osadów przybrzeżnych. Wogóle, musimy tu od razu zaznaczyć, że węglan wapniowy pochodzenia organicznego jest tym materiałem, z którego składa się lwia część osadów dzisiejszych, a także — skał wapiennych i dolomitów, powstałych w epokach minionych.

Prócz osadów mechanicznych i utworów pochodzenia organicznego wytwarzają się niekiedy na plaży morskiej osady natury chemicznej. Do takich należą przedewszystkiem t. zw. oolity współczesne, czyli kulki węglanu wapniowego (aragonitu), które w postaci białego śnieżystego pudru napotykanne bywają na wybrzeżach morza Czerwonego, wysp Bahama, Florydy i t. d. Niektórzy badacze twierdzą, że są one osadem chemicznym $CaCO_3$, strącającym się pod wpływem węglanu amonowego, który się wydziela przy procesach gnilnych. Atoli Drew dowiódł, że powstawanie tych oolitów wiąże się raczej z funkcjami życiowymi swoistej bakterji (*bacterium calcis*), która rozkłada znajdującą się w wodzie morskiej saletrę na azotyn, azot i amoniak, a ten ostatni dopiero wywołuje powstawanie osadu wapiennego.

W niektórych okolicach o gorącym i suchym klimacie, jak np. na zachodnich wybrzeżach Kalifornji, wynurzających się dość energicznie z morza, powstają w odciętych lagunach pokłady soli i gipsu o tak znacznej obfitości, że są tu nawet odbudowywane sposobem górniczym. Jest to niewątpliwy już przykład osadów chemicznych morza współczesnego.

Osady hemipelagiczne. Są to utwory, stanowiące przejście pomiędzy sedimentacją przybrzeżną a sedimentacją wielkiego, otwartego morza. W zasadzie są one subtelniejszymi zawie-

sinami pochodzenia lądowego, wiążącemi się stopniowo z pasem miału klastycznego, obrzeżającego kontynenty. Granica ściślejsza tych przejść jest oczywiście nieuchwytna, tak co do rozpowszechnienia poziomego, jak i — głębinowego.

Najbardziej rozpowszechnionym osadem hemipelagicznym jest *il ciemnoniebieski*, którego barwa zależy od zbutwiałych domieszek organicznych, a przede wszystkim od drobno w nim rozsianego siarczku żelaza. Rozmaite dragowania napotykały go na głębokościach od 200 do 5000 *m*. Wydobyty zapomocą drągi na powietrze, trąci często siarkowodorem, a wysuszony, zmienia barwę na czerwonawą lub brunatną (skutkiem utleniania się żelaza). Składa się przeważnie z najdrobniejszych zawiesin mineralnych (ilastych), subtelných ziarenek piasku kwarcowego oraz skorupki wapiennych otwornic, po największej części pelagicznych. Zawartość węglanu wapieniowego waha się od śladów do kilkunastu i więcej procentów. Mamy więc tu do czynienia niekiedy jakby z tworzącym się ilem marglistym. W morzach podbiegunowych i, o których mowa, pozbawione są zazwyczaj domieszek wapiennych i organicznych, zawierają natomiast sporo większych błoków skalnych, przywleczonych przez góry lodowe, które, topniejąc, ronią je na dno morza. W morzach północno-europejskich jednak procent węglanu wapieniowego w ilach ciemnych wzrasta niekiedy do 25% i 40%, skutkiem czego stanowią one już niejako przejście do szlamu otwornicowego eupelagicznego. Jak widzimy, zawartość wapnia w ilach ciemnoniebieskich podlega znacznym wahaniom. Bardzo charakterystycznymi i, z punktu widzenia petrogenety, ważnymi domieszkami ilów niebieskich są konkrecje, powstające w nich *in situ*. Znajdowano je w wielkich ilościach w ilach mórzu australijsko-azjatyckich. Są to konkrecje kalcytu, dolomitu, syderytu, zawierające domieszki mechaniczne piasku i innych ciał obcych, które zostały przez nie scementowane. Zdarzają się także konkrecje limonitu i rudy manganowej (piroluzytu) oraz pirytu, utlenionego już częściowo na żelaziak brunatny. Do najciekawszych jednak konkrecyj, znalezionych w ilach niebieskich, należą *skupienia barytu*. Mają one formę nieprawidłowo spłaszczoną lub kulistą, niekiedy cylindryczną. Średnica sięga 6 *cm*. Zawierają przeszło 82% siarczanu barowego,

prócz zanieczyszczeń mechanicznych. Budowa ich mikroskopowa — drobnoziarnista, porowata. W porach widoczne są drobne kryształki barytu. Gdzieindziej konkretje barytowe mają budowę sferolityczną. Pochodzenie tych ze wszech miar ciekawych utworów jest niewątpliwe. Powstały one na miejscu i w dobie współczesnej, albowiem zawierają wewnątrz inkluzje dzisiejszych otwornic, globigeryn, radjolaryj, a nawet glaukonitu. Trudniejsza jest kwestja tego chemicznego procesu, który doprowadził do powstania konkretuj barytowych na dnie morza. Woda morska zawiera bar w drobnych ilościach. Niektóre jednak wodorosty pobierają go z niej w ilościach większych i są niejako akumulatorami baru. Co się tyczy jonów SO_4 , to mogą one powstawać albo za pośrednictwem bakterij siarkowych, albo, jeszcze prościej, w drodze utleniania się wszędzie obecnego pirytu.

Osobny rodzaj osadów hemipelagicznych stanowią *iły i piaski wulkaniczne*, spadające dookoła wulkanów wyspowych lub namulane w pobliżu ognisk erupcyj podmorskich. Barwa tych iłów jest najczęściej ciemnoszara, ciemnobrunatna lub zgoła czarna. Gdy we właściwych iłach niebieskich panującym składnikiem mineralnym bywa kwarc (obok innych składników skał głębinowych), tu na czoło wysuwa się subtelny *detritus* skał wylewnych, a więc złożony z sanidynu, piroksenu, szkła wulkanicznego i t. d. Co do węglanu wapniowego, to jest on tu rozpowszechniony w tej samej mierze, co w iłach ciemnoniebieskich.

Do najcharakterystyczniejszych osadów hemipelagicznych należą dalej *iły i piaski glaukonitowe*, inaczej zwane iłami lub piaskami zielonemi. Kolor ten pochodzi od glaukonitu, minerału o niepewnej konstytucji chemicznej, którego skład zbliża się do wzoru $K_2Fe_2Si_4O_{12} \cdot 2H_2O$, ale który zawiera także sporo glinki, magnezji i żelaza dwuwartościowego. Budowę ma zawikłanie-włóknistą. Wypełnia on zwykle skorupki otwornic, tworząc charakterystyczne wielodzielne ich jądra lub pojedyncze ziarenka, przypominające kształtem proch strzelniczy. To występowanie wewnątrz obumarłych otwornic i innych żyłatek morskich dowodzi niezbicie, że jest on utworem młodocianym, powstającym na miejscu w dzisiejszych osadach morskich. Sam proces powstania jest nieco jeszcze zagadkowy. Dziś przyjmujemy powszech-

nie, że glaukonit jest minerałem natury koloidalnej, powstającym przez rozkład krzemianów, zawierających potas i żelazo, jak skałek potasowy i biotyt. Murray przypuszcza, że tworzeniu się glaukonitu sprzyjają zimne a warkie i w tlen obficie zaopatrzone prądy morskie; przeciwnie działać mają mętne wody rzeczne, wpływające do morza, których tlen został zużyty na oksydację ciał organicznych. Osady glaukonityczne trzymają się chętnie wybrzeży stromych i ze skał głębinowych zbudowanych. W związku z temi warunkami powstawania ma także pozostawać ich rozpowszechnienie na wybrzeżach południowych Afryki, Australji i Ameryki Pn. Wedle przybliżonego szacunku przestrzeń dna morskiego, zajęta przez osady glaukonityczne, wynosi około 3.000.000 km^2 . Oprócz glaukonitu osady, o których mówimy, zawierają domieszkę wapienną, dochodzącą niekiedy do 50% i składającą się przeważnie ze skorupiek otwornic, oraz domieszkę krzemionki w postaci igieł gąbkowych. Co się tyczy składników mineralnych, to poza ilastemi zawiesinami, których ilość przeciętna wynosi 34%, mamy tu jeszcze obficie reprezentowane okruchy kwarcu a stosunkowo mało — krzemianów, zwłaszcza glinokrzemianów, co ma pozostawać w związku z podaną powyżej hipotezą powstawania glaukonitu kosztem rozkładu glinokrzemianów. Osobliwością ilów i piasków zielonych są towarzyszące im *konkrecje fosforanowe*. Ekspedycja „Challengera“ wydobyla je w wielkiej obfitości z wód przybrzeżnych południowego cypla Afryki. Kształt ich bywa rozmaity i dziwaczny, rozmiary sięgają 6 *cm* w średnicy. Skład ich uderza swoją złożonością. Oprócz fosforanu trójwapniowego, którego ilość wynosi 30—50% i który jest cementem, sklejącym ciała obce, zawierają one jeszcze skorupki wapienne foraminiferów, gips, tlenki żelaza, poszczególne ziarna piasku, glaukonitu i t. d. Zdarzają się w nich także szkielety wapienne większych muszli, ślimaków, koralu i t.p. Powstawanie tych konkrecyj oceanografowie objaśniają jak następuje. „Przez rozkład substancji organicznych wydziela się amonjak, który się łączy z kwasem fosforowym, obecnym w kościach, zębach i t. p., tworząc fosforan amonowy, a ten pod wpływem węglanu wapniowego wody morskiej zamienia się na fosforan wapniowy (nierozpuszczalny) i węglan amonowy“. Jakkolwiek

tego rodzaju reakcja z punktu widzenia chemicznego jest nieco problematyczna, to jednak nie ulega wątpliwości, że konkrekcje fosforanowe są produktem współczesnym i tubylczym.

Osady wód śródziemnomorskich obfitują zazwyczaj w wapno. Tak np. ilt wapienny zatoki Meksykańskiej zawiera niekiedy 90% $CaCO_3$. Ilt wapienny morza Śródziemnego, pomiędzy Sycylią a Syryją, ma średnio 60 — 62% $CaCO_3$; osady morza Czerwonego w jego odcinku południowym są złożone prawie całkowicie z węglanu wapniowego, którego ilość wzrasta tu do 92%. Tylko osady morza Czarnego stanowią znamienne od tej reguły odstępstwo. Wody jego, poniżej 230 m, odcięte barierą od zlewiska śródziemnomorskiego, są pozbawione niemal tlenu, za tęchłe i bogato nasycone siarkowodorem. Według Liebiga i Incewa 1 litr wody czarnomorskiej, zaczerpniętej z głębokości 365 m, zawiera 222 cm^3 siarkowodoru, z głębokości zaś 2166 m — aż 655 cm^3 H_2S (w temp. 0° i pod ciśnieniem 760 mm). Tę niezwykłą ilość, siarkowodoru wytwarza specjalna bakteria siarkowa kosztem zawartych w wodzie siarczanów i ciał organicznych białkowych. Nic też dziwnego, że czarne osady morza Czarnego odznaczają się nadzwyczajnem bogactwem siarczku żelaza, którego ilość stanowi niemal 50% całej masy czarnego iltu. Na powietrzu barwa jego prawie momentalnie zmienia się na szarą przez oksydację siarczku. Obok siarczku pojedynczego zdarzają się także nowopowstałe konkrekcje pirytu. Prócz tego woda morza Czarnego w środkowej jego części, zaczynając od 365 m głębokości, zawiera także siarczki alkaliczne, które wobec wolnego dwutlenku węgla zamieniają się na węglany, strącające węglan wapniowy. Wśród ciemnego szlamu tworzy on białe cienkie smugi. Zagłębienie morza Czarnego jest tedy jakby olbrzymią pracownią chemiczną, wytwarzającą piryt, a częściowo także i kalcyt.

Osady eupelagiczne, czyli osady wielkich, otwartych oceanów, coraz bardziej — w miarę oddalania się od kontynentów — uniezależniają się od ich wpływów i coraz mniej zatem zawierają elementów klastycznych. Do ich ośrodków docierają z lądów zaledwie tylko najsubtelniejsze zawiesiny koloidalne, których nie jest pozbawiona całkowicie żadna woda morska

Według J. Murray'a 1 litr wody oceanicznej zawiera jeszcze po 5 dniach od 0.3 do 1.8 *mg* zawiesin zależnie od temperatury, której wzrost przyspiesza koagulację. Masa wody, odpowiadająca 1 sześciennemu mili angielskiej, jeszcze po miesiącu utrzymuje w zawieszeniu 625 tonn mętów. Materiał klastyczny może zatem dostawać się do osadów eupelagicznych tylko w formie pływającego planktonu (np. pumeksu) lub za pośrednictwem gór lodowych. Innym źródłem materiału klastycznego mogą być jeszcze wybuchy podmorskie wulkanów, a także erupcje wulkanów napowietrznych, których popioły rozdmuchiwane bywają na olbrzymich przestrzeniach. Mówiąc o osadach głębokiego dna oceanicznego, nie można także zapominać o tem, że na skutek działania rozpuszczającego wody morskiej, wzmożonego wielkiem ciśnieniem i obecnością w niej ciał chemicznie aktywnych, jak tlen i dwutlenek węgla, wytwarza się na niem pewna ilość substancyj ilastych tubylczych. Poza temi elementami sedymentacji mineralnej, najważniejszą rolę w osadach eupelagicznych odgrywa plankton biologiczny, jak otwornice, pteropody, radjolarje, okrzemki i t. p. Plankton organiczny dla sedymentacji oceanicznej jest tak doniosły i tak charakterystyczny, że wedle jego przeważających składników odróżniamy osady głębokomorskie i nadajemy im odpowiednie nazwy.

Najbardziej rozpowszechnionym i najdawniej poznanym osadem eupelagicznym jest *szlam globigerynowy*. Nazwę swoją zawdzięcza on otwornicom pelagicznym, czyli globigerynom, których krągłe skorupki występują w nim gromadnie. Towarzyszą im również masowo niekiedy napotykanne t. zw. kokkolity, czyli drobniutki owalne szkieleciki alg pelagicznych, zaopatrzonych w biczyki wibrujące (*Coccolithophoridae*). Jeżeli do tego dodamy drobną ilość organizmów o szkielecie krzemionkowym (radjolarje, okrzemki), to wymienimy wszystkie ważniejsze składniki biologiczne szlamu globigerynowego, czyniące razem około 66% jego masy. Co się tyczy materiału mineralnego, to około 31% przypada na najdrobniejsze zawiesiny ilaste, a tylko około 3% na rozpoznawalne jeszcze ziarenka mineralne. Wogóle węglan wapienowy (i magnezowy) stanowi około 65% przeciętnie. W przypadkach bardziej skrajnych, kiedy składniki wapienne sięgają lub nawet przekraczają 90%, szlam globigerynowy, mający kolor biały

lub wogóle jasny, przypomina żywo „kopalną kredę“. Z konkretyj i, wogóle, utworów młodocianych w szlamie globigerynowym powstałych, wymienić należy konkrety fosforanowe (z glaukonitem), a także niezbyt tu częste konkrety manganowe, mające 1—3 cm w średnicy. Jest to piroluzyt mocno zanieczyszczony, zawierający dużo tlenków żelaza i nieco — kobaltu i niklu. Szlam globigerynowy, występujący na głębokości 3.000—5.000 m, jest, jak się rzekło, osadem najbardziej rozpowszechnionym doby współczesnej. Powierzchnię przezeń zajmowaną oceanografowie oceniają na 128.540.000 km²; z tego na ocean Atlantycki przypada 48.540.000 km², na ocean Indyjski — 37.660.000 km², na ocean zaś Spokojny — 42.340.000 km². Rzecz naturalna, liczby te należy brać raczej w sensie jakościowym, niż ilościowym, gdyż pomiędzy rozmaitemi osadami oceanicznymi istnieją liczne a stopniowe przejścia.

Do szlamu globigerynowego zbliża się bardzo *szlam pteropodowy*, mający znaczną domieszkę skorupki mięczaków, zwanych *Pteropoda* i *Heteropoda*, których ilość wzrasta niekiedy do 30%. Napotymano go na głębokości 700—3.000 m. Zawartość węgla wapniowego wynosi od 30% do 98%. Rozpowszechnienie stosunkowo niewielkie (około 1.000.000 km²) — przeważnie w otoczeniu wysp Azorskich, Bermudzkich, Kanaryjskich, półwyspu Zielonego i t. d. Na oceanie Indyjskim wydobywano go z rozmaitych stanowisk naprzeciwko wybrzeży Makabickich, napotymano koło wyspy Sokotora, Timor. Znany on jest również na dnie oceanu Spokojnego koło wysp Fidzi, Norfolk, Hawaj i innych.

Szlamy globigerynowy i pteropodowy oraz inne im pokrewne, występujące w pobliżu wysp koralowych, są typowymi osadami wapiennymi z zawartością $CaCO_3 > 30\%$. Przeciwstawiają im się zwykle osady eupelagiczne uboższe w wapno ($CaCO_3 < 30\%$), w których przewagę uzyskują bądź organizmy krzemionkowe, bądź wogóle krzemiany. Są to: czerwona glina głębinowa, szlam radjolarjowy, szlam okrzemkowy, tudzież rozmaite typy przejściowe, zarówno między niemi, jak i w kierunku szlamów grupy wapiennej.

Czerwona glina głębinowa jest może najbardziej typowym

osadem eupelagicznym, napotykanym w największych głębokościach oceanicznych, rozpostartym potężnie, zwłaszcza na oceanie Spokojnym. Jest to, wedle powszechnego dziś przekonania oceanografów, pochodna rozkładu *in situ* glinokrzemianów, które się tu dostały bądź w drodze rozpylenia napowietrznego popiołów wulkanicznych, bądź też za sprawą wybuchów podmorskich. Zasięg głębokości, z których te osady wydobywano, waha się między 4.000 a 7.500 *m*. Fizycznie rzeczy biorąc, mają one wszystkie cechy prawdziwej, ciężkiej *gliny*: w stanie mokrym są plastyczne, dają się urabiać i formować, po wysuszeniu twardnieją; wypalone, przybierają barwę jaskrawo czerwoną i t. d. Zawartość węglańu wapniowego waha się od 0% do 30% i zależy głównie od domieszki skorupki otwornic pelagicznych. Bardzo pospolitą domieszkę organiczną glin czerwonych stanowią panczerzyki radjolarjowe, igły gąbek i okrzemki. Naogół czerwona glina głębinowa (w 70 próbach ekspedycji „Challenger”) zawiera średnio ponad 85% najsubtelniejszych zawiesin ilastych, około 6% ziarn mineralnych o średnicy większej od 0.01 *mm*, 3.5% panczerzyków krzemionkowych i około 5—6% substancji rozpuszczalnych w słabym kwasie solnym (przeważnie węglanów). Co się tyczy owych ziarn mineralnych, to są one najczęściej składnikami law, jak sanidyn, plagioklaz, amfibol, magnetyt i t. p., nadewszystko jednak — okruciami szkła wulkanicznego, zwłaszcza pumeksu, zdolnego odbywać długie wędrówki morskie i tworzącego po wielkich erupcjach (Krakatau, Mont Pelé) całe pola okruców lawy pęczkowej. Pędzone wiatrami i prądami po szerokich przestworach oceanu, trąc się nawzajem, dostarczają one materiału klastycznego dnu oceanicznemu. Ogólnie mówiąc, glinę głębinową tworzą zawiesiny kaolinu z domieszką znaczną tlenków koloidalnych żelaza i krzemionki koloidalnej oraz całego szeregu ciał „zaadsorbowanych”. Pod tym ostatnim względem rzucają na nią dużo światła badania znanego geochemika amerykańskiego F. W. Clarke’a. Okazało się z nich, że przeciętna próba czerwonych glin głębinowych poza zasadniczymi składnikami, już wspomnianymi, zawiera w drobnych ilościach i śladach następujące jeszcze pierwiastki rzadsze: chrom, nikiel, kobalt, miedź, cynk, ołów, bar, stront, wanad, molibden, arsen, fosfor...

Niemniej ciekawe są składniki przypadkowe glin głębinowych: bywają niemi przedewszystkiem głązy glacialne, uwolnione z topniejących gór lodowych, a także ciała pochodzenia kosmicznego, jak kulki meteorytów żelaznych (holosyderytów) i kamiennych (chondrytów), których ilość w 1 litrze gliny wynosi niekiedy 20 do 30 i więcej sztuk. Nagromadzenie ich na tych wielkich głębokościach tłumaczy się przez to, że sedimentacja odbywa się tu w tempie nader powolnem (o wiele powolniej, niż na obszarach, zajętych np. przez szlam globigerynowy) i że skutkiem tego spadłe tu meteoryty leżą długi czas bez przykrycia.

Do najznamienniejszych i najciekawszych osobliwości glin głębinowych należą powstałe w nich nowotwory — przedewszystkiem drobniutkie, lecz nadzwyczaj charakterystyczne i ostro wykształcone kryształki *filipsytu* $(Ca, Na_2, K_2) Al_2 Si_4 O_{12} \cdot 5 H_2 O$. Dzeolit ten, będący glinokrzemianem wapnia, sodu i potasu, tworzy swoiste, nakształt czwororamiennego krzyża zbliżnionzone kryształki, zawieszzone w powierzchniowej masie brejowatej. Ekspedycja „Challenger“ stwierdziła, że w środku oceanu Spokojnego, koło wysp Hawai i Tahiti, glina głębinowa zawiera miejscami aż 20% tego dzeolitu. Inne wyprawy także dowiodły jego bardzo szerokiego rozpowszechnienia nietylko w glinie głębinowej, ale i w szlamie radjolarjowym. Osobliwość tych odkryć polega na tem, że mamy tu, jakby *in flagranti*, pochwycony proces powstawania glinokrzemianów wodnych, którym przypisujemy zwykle pochodzenie hydrotermalne. Murray i Renard przypuszczają, że te filipsyty głębokomorskie powstają kosztem rozkładających się popiołów wulkanicznych i szkieł zasadowych, które łatwo hydratyzują się (uwodniają) i przechodzą w substancje zbliżone do dzeolitów (t. zw. palagonit), wydzielając wapno, magnezję i tlenki żelaza, przybierając zaś alkalja. Bezpostaciowa masa palagonitu pod wpływem ciśnienia słupa wodnego oraz w ciągu długiego czasu stopniowo przeistacza się w fazę krystaliczną — filipsytu.

Drugą osobliwością czerwonych glin głębinowych są konkrecje manganowe, odkryte również przez ekspedycję „Challenger“. Są one gęsto rozsiane zwłaszcza na olbrzymiej połąci Pacyfiku bezwyspowego, od wysp Kurylskich i Aleuckich poczynając, a na wyspach Wielkanocnych i wyspach Juan Fernandez

kończąc. Forma tych konkrecyj jest gruzełkowata lub płaskogroniasta, niekiedy kłujące ziemniaczane naśladowująca. Wewnątrz konkrecyj tkwi zwykle jakieś ciało obce, np. kawałek pumeksu lub zasadowego szkła wulkanicznego, a z ciał pochodzenia organicznego—bardzo często—zęby rekina i kostki słuchowe wielorybów. Budowa konkrecyj bywa najczęściej spółśrodkowo-skorupowa, przyczem ciemno-brunatne skorupy manganowe przedzielone są naprzemian leżącymi warstewkami żłtu. Skład chemiczny konkrecyj, nie zawierających ciał obcych—bo i takie zdarzają się—jest dość chwiejny. Ale liczby, z wielu analiz wypośredkowane, wskazują 23%—56% MnO_2 , 10%—41% Fe_2O_3 oraz cały szereg domieszek tak chemicznych, jak i mechanicznych. Rzecz wszakże ciekawa, te konkrecje manganowe zawierają drobne ilości tych samych pierwiastków metalicznych, które F. W. Clarke znalazł w składzie glin czerwonych. Co do genezy skupień manganowych, to przypuszcza się powszechnie, że tworzą się one *in situ*, a więc w samej glinie głębinowej i wraz z nią, kosztem rozkładu składników law zasadowych. Na poparcie tej tezy Murray i Renard przytaczają ciekawe spostrzeżenie, wedle którego glina głębinowa w bezpośrednim otoczeniu konkrecyj jest bardzo w mangan uboga, gdyż skoncentrował się on niejako wewnątrz tych skupień. Proces tego skupiania się musi mieć jednak charakter dyfuzyjno-koloidalny, czego dowodzi ich budowa koncentryczno-skorupowa, przypominająca strukturę buł agatowych. Samo strącanie się dwutlenku manganu z roztworów (dwuwęglanu manganowego?) może odbywać się, jak niektórzy przypuszczają, za sprawą swoistych bakterij manganowych. W każdym razie konkrecje, o których mowa, tworzą się w tempie bardzo powolnem. Dowodzą tego owe ciała obce, dokoła których one powstają. Jednym z nich był np. wydobyty przez „Albatrosa“ w północnej części Pacyfiku głaz z epoki lodowej, stanowiący jądro konkrecji manganowej. W innych natotymano zęby rekinów oraz kostki słuchowe delfinów i wielorybów, które należą do gatunków dawno wymarłych z epoki trzeciorzędowej. Z tego wnosimy, że proces tworzenia się zarówno konkrecyj, jak i czerwonej gliny głębinowej, jest procesem wiekowym w pojęciu geologicznem i że sięga on początkiem swoim aż w pliocen (André).

Czerwona glina głębinowa jest osadem charakterystycznym oceanu Spokojnego, podobnie jak był nim szlam globigerynowy dla oceanu Atlantyckiego. Na obszarze Pacyfiku zajmuje ona olbrzymią powierzchnię $75.000.000 \text{ km}^2$, na dnie oceanu Indyjskiego rozściela się na przestrzeni około $11.000.000 \text{ km}^2$, w oceanie zaś Atlantyckim pokrywa około $14.000.000 \text{ km}^2$ jego zagłębia. W sumie glina głębinowa reprezentuje osad o potężnym zasięgu $100.000.000 \text{ km}^2$ i zajmuje drugie miejsce wśród współczesnych sedymentów oceanicznych, rozpościerając się w granicach pomiędzy 50° szerokości północnej a 50° szerokości południowej.

W bliskim stosunku genetycznym do gliny czerwonej pozostaje osad eupelagiczny, zwany *szlamem radjolarjowym*. W istocie swej, jest to również glina czerwona, ale zawierająca domieszkę pancrzyków krzemienych radjolaryj, wynoszącą co najmniej 20% (miara konwencjonalna). Skutkiem tego szlam jest mniej plastyczny od gliny, a i barwę ma nieco odmienną, bądź bardziej ciemno-brunatną, bądź jaśniejszą i bardziej żółtawą. Podobnie jak glina, nie obfituje on również w wapno. Średnio, wedle „Challenger’a”, zawiera około 54.5% pancrzyków krzemionkowych, około 40% najsubtelniejszych zawiesin, około 4% skorupki otwornicowych i t. p. Co się tyczy domieszek przypadkowych i nowotworów, to są one też same, co i w czerwonej glinie głębinowej, a więc pumeksy i szkła zasadowe, a więc filipsyty, kongrecje manganowe i kulki meteoryczne, a więc zęby rekinów i t. p. Szlam radjolarjowy jest osadem największych zakłęśności oceanicznych: wydobywano go z głębin, wahających się pomiędzy 5300 m a 8200 m! Rozpowszechnienie jego, w porównaniu do gliny czerwonej, jest skromniejsze, ale w każdym razie sięga $10.000.000 \text{ km}^2$, z czego 8.5 milionów przypada na Pacyfik, reszta zaś — na ocean Indyjski. Zasięg rozpowszechnienia geograficznego mieści się przeważnie między 20° szerokości półn. a 20° szerokości połudn.

Substancjonalnie bardzo pokrewny poprzedniemu jest *szlam diatomowy*, czyli *okrzemkowy*. Pod względem rozpowszechnienia geograficznego jest on natomiast antytezą tamtego. Bo gdy szlam radjolarjowy trzyma się pasa podzwrotnikowego, szlam okrzemkowy, jest, przeciwnie, osadem charakterystycznym szeroko-

kości antarktycznych. Pochodzi to stąd, że okrzemki morskie lubią wody zimne, obfitujące w kry lodowe, a więc mało słone. Zamieszkują je w istocie tak gromadnie, że zmieniają ich barwę na oliwkowo zieloną, żółtawo-brunatną lub zgoła czarną. Szlam okrzemkowy obfituje tedy w pancerzyki obumarłych okrzemek. W przypadkach skrajnych stanowią one 95% całej masy osadu. W stanie wilgotnym ma on wygląd kłajstru szarawo-żółtego. W wysuszonym, przybiera wygląd mączysty, biały. Domieszki mineralne zmieniają, oczywiście, zarówno jego skład, jak barwę w szerokich granicach. Trzeba jednak podkreślić, że szlam okrzemkowy półkuli południowej odznacza się wogóle ubóstwem domieszek mineralnych, które nie przekraczają kilku % i pochodzą przeważnie z kontynentu antarktycznego. Szlam okrzemkowy jest więc osadem współczesnym pochodzenia organicznego o najwyższej zawartości krzemionki (powyżej 80%). Ilość $CaCO_3$ waha się w nim od 0% do 36%. Spoczywa on na głębokościach niezbyt wielkich, od 1100 *m* do 5700 *m*. Rozpowszechniony jest, jak już wliśmy, w morzach podbiegunowych obu półkul, powyżej 50° szerokości. Ogólna zajmowana przezeń przestrzeń wynosi około 26.000.000 km^2 , z czego 12 milj. przypada na ocean Indyjski, 10 — na Spokojny i tylko 5 — na północny Atlantyk.

Na zakończenie tego przeglądu osadów morza dzisiejszego wspomnimy tu jeszcze o bardzo ciekawem, a nawet sensacyjnym spostrzeżeniu, dokonanem przez J. Joly'a. Badając sedymenty morskie pod względem ich radioaktywności, przekonał się on, że właśnie osady eupelagiczne, z wielkich pochodzące głębin, zawierają radu w sposób nieoczekiwany daleko więcej, niż osady płytsze i niż skały formacji „kopalnych“. Jeżeli zawartość radu w 1 *gr* skały mierzyć jednostką 10^{-12} *gr*, to przeciętna zawartość radu, wedle J. Joly'a, w skałach osadowych wynosi 1.5, w skałach zaś ogniowych 2.4, gdy w rozmaitych próbach gliny czerwonej i szlamu radjolarjowego, wydobytych z głębokości 4.000 do 5.000 *m*, zawartość radu czyni 11.0 do 15.4, a nawet w kilku przypadkach 50.3—52.6! Przyczyny tego skupiania się radu w osadach eupelagicznych mogą być rozmaite. Przedewszystkiem, utwory te (zwłaszcza czerwona glina) składają się przeważnie z pochodnych materiału pierwotnie wulkanicznego, który jest bar-

dziej radjoaktywny niż sedymenty; powtórę, znaczna zawartość koloidów sprzyja gromadzeniu się radu, gdyż sole jego mają wielką zdolność adsorbcyjną; wreszcie, odgrywa tu także pewną rolę powolność sedymentacji głębinowej, która sprawia, że koloidy pochodzenia wulkanicznego nie są tu pokrywane przez osady planktonu organicznego. Ciekawa jest także, że — wedle badań radjologów — wody oceaniczne zawierają rad w ilościach od 0.74 do 1.50 gr (przez 10^{-12}) w 1 litrze. Stąd wyprowadzono w drodze rachunkowej wniosek, że cała masa wód oceanicznych posiada 20.000 tonn radu! Nawiasem mówiąc, rad do wody morskiej dostaje się z wybuchów wulkanicznych i, wogóle, ze skał ognio-wych. Lecznicze własności szlamu niektórych limanów czarno-morskich także mają się sprowadzać do zawartego w nim radu i toru.

* * *

Reasumując teraz wyniki tej wędrówki oceanograficznej, którą odbyliśmy na stronicach poprzedzających, możemy stwierdzić, co następuje. Z odróżnionych trzech kategorii sedymentów współczesnych największą przestrzeń zajmują osady eupelagiczne, bo aż 273 miliony km^2 , czyli 76% ogólnego obszaru podmorskiego, dalej idą dopiero osady hemipelagiczne, rozpostarte na niespełna 56 milionach km^2 (15%) i, wreszcie, osady przybrzeżne, tworzące razem około 33 milionów km^2 (czyli 9%). Z punktu widzenia petrograficznego najbardziej rozpowszechnionym utworem współczesnym są osady eupelagiczne o wybitnym charakterze wapiennym lub wapienno-ilastym, a mianowicie szlam globigerynowy i pteropodowy, pokrywające razem około 130 milionów km^2 powierzchni podmorskiej. Drugie po nich miejsce zajmują osady gliniaste (czerwona glina głębinowa, około 100 milionów km^2), trzecie — krzemionkowe (szlam radjolarjowy i okrzemkowy, razem około 36 milionów km^2). Sedymenty hemipelagiczne mają charakter przeważnie ilasty (ił ciemnoniebieski, ił wulkaniczny, glaukonitowy), częściowo zaś piaszczysty (piasek glaukonitowy), atoli w zagłębieniach śródziemnomorskich przybierają piętno skrajnie wapienne (szlamy wapienne), z wyjątkiem morza Czarnego, które jest dostawcą przeważnie szlamu pirytowego.

Co się tyczy wreszcie osadów litoralnych, to mają one znamiona również dwoiste: plaża morska wytwarza przeważnie żwiry i piaski, delty rzeczne są akumulacją głównie także piaszczysto-iliastą; bardziej subtelne ility strącają się jednak dopiero w pewnej od wybrzeży odległości pod koagulującym wpływem elektrolitów, obecnych w wodzie morskiej. Drugi typ sedymentacji litoralnej jest znów wybitnie wapienny. Są to rafy koralowe i ławice litotamnijowe wraz ze wszystkimi ich pochodniami. A więc, ogólnie biorąc, glina, ilt, węglan wapniowy, piasek i żwir — oto, co osadzają przeważnie oceany współczesne. Wszystko — poza węglanem wapniowym — jest osadem mechanicznym, węglan zaś wapniowy jest wynikiem procesów biochemicznych. Pod względem strukturalnym ility i gliny są pelitami; piaski i żwiry należą do kategorii psamitów i psefitów; węglan zaś wapniowy skałotwórczy już w chwili swego stawania się ma budowę krystaliczną — aragonitu lub kalcytu. Pomiedzy osadami gliniastymi i krzemionkowymi z jednej strony, a osadami wapiennymi z drugiej — zachodzi pewna batymetryczna antyteza: pierwsze występują naogół w głębokościach znacznie większych, niż drugie. Pozostaje to bez wątplenia w związku z większą rozpuszczalnością planktonu wapiennego w wodzie głębin oceanicznych.

Sedymentacja wyłącznie chemiczna mórz współczesnych jest natomiast bardzo ograniczona. Poza tu i ówdzie odbywającą się na wybrzeżach krystalizacją soli kamiennej i gipsu, poza sporadycznym tworzeniem się osadów wapienno-oolitycznych (o genezie niezupełnie jeszcze wyjaśnionej!) — mamy tu do zanotowania szereg mniej lub więcej oderwanych przestrzennie i ograniczonych ilościowo procesów chemicznych, odbywających się na dnie oceanu, które może nie posiadają zbyt doniosłego znaczenia geologicznego, które jednak rzucają błyskawiczne światło na całą dziedzinę minerogenji. Owe krystalizacje filipsytu, owe kongrecje barytowe, fosforanowe, manganowe, pirytowe, owa, nadewszystko, tak cudownie odsłonięta dolomityzacja raf koralowych — są temi drogocennymi przesłankami faktycznymi, które nam pozwalają snuć wnioski nie tylko co do mechanizmu stawania się osadów dzisiejszych, ale także — w myśl zasady aktualizmu geologicznego — przenosić je na epoki dawno minione i osady formacyj

dawniejszych, całkowicie już scementowane i sfossilizowane, z którymi mieć będziemy do czynienia w następstwie i które stanowią właściwy przedmiot petrografji „osadowej“.

Skaly osadowe epok minionych. Skaly osadowe, dzięki badaniom głównie geologicznym i paleontologicznym, zostały poznane, pod względem jakościowym przynajmniej, dość szczegółowo, jakkolwiek petrografowie zawodowi poświęcali im dotychczas (niesusznie!) zbyt mało uwagi. Jeżeli się przytem zważy, że skaly osadowe tworzą tylko drobną cząstkę litosfery (1% wedle F. W. Clarke'a) i że leżą bezpośrednio na jej powierzchni, będąc tem samym bardziej udostępnionemi dla badań naukowyci, że w ich obrębie odbywają się przeważnie od dawien dawna prowadzone roboty górnicze i głębokie wiercenia, to łatwo zrozumieć, że są one, a raczej powinny być bardziej znane, niż ten o wiele mniej dostępny (bo ukryty pod osadami) świat skalny, który zaliczamy do utworów pochodzenia ogniowego. I geneza skał osadowych nie nastęrcza tylu nierozwiązanych dotychczas zagadnień, które wciąż jeszcze nie schodzą z porządku dziennego pilnych spraw litologii „ogniowej“, gdyż nie ma ona tak dostępnego obiektu badań, w dziedzinie np. wulkanizmu doby współczesnej, jaki ma nauka o skałach osadowych w procesach sedymentacji współczesnej. Zadania petrografji osadowej polegają więc nietylko na samej fizjografji i genezie, co raczej na ujęciu paleogeograficznem przedmiotu, na wyjaśnieniu tej roli, jaką dany osad odegrał w tworzeniu się geosynklin kosztem abrazji dawnych łądów.

Skaly osadowe epok minionych tem się głównie różnią od osadów doby dzisiejszej, że są bardziej zwarte i scementowane, że uległy już pewnej nieznacznej zresztą przemianie fizyczno-chemicznej, którą zwykle nazywamy diagenezą, a która jest wstępem niejako do tych bardziej istotnych transformacyj, które są znamieniem właściwych skał metamorficznych. Odkładając bardziej szczegółowe omówienie tego tematu do rozdziału następnego, uczynimy wpierw krótki przegląd skał osadowych, porównując je tam, gdzie to możliwe, ze znanemi już nam sedymentami morskimi. Systematyka skał klastycznych, o ile ją

rozpatrujemy z punktu widzenia składu mineralnego, nie odznacza się tą elegancją i konsekwencją, którą widzieliśmy w skałach ogniowych. Łatwo się tego domyślić, zważywszy, że mamy tu przecież do czynienia z agregatami mniej lub więcej przypadkowymi. W każdym razie i tu przeważające składniki mineralne odgrywają w klasyfikacji rolę wybitną obok budowy i kształtu okruchów. Szczególniejszego znaczenia systematycznego nabiera tu charakter mineralny lepiszcza, czyli cementu, sklejącego okruchy. Ogólnie rzeczy biorąc, zwłaszcza pod kątem widzenia substancjonalnym, skały osadowe dzielimy na trzy wielkie kategorie: okruchowce właściwe o przeważającym składzie kwarcowym, skały o strukturze pelitowo-ilastej a składzie mieszanym, w którym jednak wysuwa się na czoło kaolin, oraz skały wapienne pochodzenia przeważnie organicznego. Osobną grupę skał uwarstwionych stanowią dalej osady wyłącznie chemiczne, nie mające jednak pod względem geologicznym większego znaczenia.

Zajmijmy się przedewszystkiem okruchowcami właściwymi. Powstają one, jak wiemy, przez wietrzenie i rozkład skał ogniowych, przeważnie głębinowych. Ponieważ skałą najbardziej rozpowszechnioną z tych ostatnich jest granit i pokrewne mu, co do składu, metamorficzne gnejsy, przeto produkty ich wietrzenia i dezagregacji muszą także dawać początek najbardziej rozpowszechnionym osadom mechanicznym. I tak jest w istocie. Granit rozpada się ostatecznie na kwarc i na mieszaninę kaolinu z tlenkami żelaza, glinu, manganu, które w szerokościach międzyzwrotnikowych mogą nawet przeważać nad kaolinem. Kwarc, jako minerał chemicznie nierozkładny, może ulegać tylko obróbce mechanicznej i, uwolniony od kaolinu i tlenków metalicznych, łatwo tworzących zawiesiny i roztwory koloidalne, stanowi ten materiał, z którego powstają naprzód piaski, później — piaskowce. Kaolin zaś i podobne doń minerały ziemiste, osadzone w warunkach sprzyjających, dają pokłady glin, itów i wielu innych skał pokrewnych.

Okruchowce bywają jednak dwojakiego rodzaju: jedne składają się z okruchów kanciastych i spoczywają na miejscu powstania lub w jego pobliżu, drugie — o składnikach mniej lub więcej

zaokrąglonych i obrobionych przez wiatr lub wodę — leżą na łóżyskach wtórnych. Pierwsze, jak to już wiemy, mają nazwę brekcij, czyli druzgotów, drugie — zlepieńców. Pod względem strukturalnym i te, i tamte należą najczęściej do kategorii psamitów lub psefitów.

Druzgoty są scementowanemi rumowiskami lub szczerkami, przyczem mogą składać się z okruchów jednorodnych lub różnorodnych, z okruchów skał osadowych lub ogniowych. Do najbardziej charakterystycznych należą t. zw. tufy wulkaniczne, które niczem innem nie są, jak wyrzucanemi przez wulkany kamykami i popiołami, następnie scementowanemi. W okolicach wulkanicznych zaścieniają one duże przestrzenie i odgrywają tam ważną rolę geologiczną (np. we Włoszech pdn., w krajach Nadreńskich i t. p.). Niekiedy zatłkane są niemi dawne gardziele wulkaniczne i szczeliny (t. zw. maary, kominy i t. p.). Lepiszczce takich brekcij wulkanicznych stanowi częstokroć lawa wybuchów późniejszych. Brekcje tworzą się także wzdłuż kontaktów i uskoków, między skałą intrudującą a oboczną, nieruchomą, lub między masą nasuniętą a jej podłożem. Nazwy rodzajowe druzgotów nadaje się od przeważającego materiału okruchowego. A więc, mówimy o tufach andezytowych, trachitowych, diabazowych, leucytowych i t. d. Niekiedy przyjmują się nazwy ludowe tufów, jak np. włoskie *piperino*.

Antytezą druzgotów, które są naogół utworami lądowemi (jakkolwiek mogą powstawać także i brekcje podmorskie podczas wybuchów podmorskich), upatrujemy w zlepieńcach, czyli konglomeratach, będących typowemi utworami przybrzeżnemi. Żwir, ich fację pierwotną, obrabia i szlifuje kipiela morska. Co-fające się stopniowo morze wytwarza olbrzymie ich ławice. Spotykamy je przeto we wszystkich formacjach osadowych, od prae-archaicznych do najmłodszych trzeciorzędowych. Całe piętra gór łańcuchowych zbudowane są ze zlepieńców. W Alpach znanym zlepieńcem trzeciorzędowym jest t. zw. *verrucano*, u nas w Karpatach — liczne zlepieńce „fliszu“, przeważnie kwarcowe. Za przykład zlepieńca wapiennego służyć może słynna w Polsce „skałka zygmuntońska“, pochodząca z wieku cechszyńskiego.

Atoli najbardziej typowym i najbardziej rozpowszechnionym

okruchowcem psamitycznym są piaskowce. Nazwą tą obejmujemy całą gamę struktur i całą gamę nazw gatunkowych. Jakkolwiek, językowo rzeczy biorąc, wyraz „piasek“ i „piaskowiec“ nie przesądza charakteru chemicznego i mineralogicznego substancji, to jednak najczęściej przez „piasek“ i „piaskowiec“ rozumiemy piasek kwarcowy i piaskowiec kwarcowy. Pochodzi to stąd, że kwarc jest najbardziej rozpowszechnionym minerałem na powierzchni litosfery i że lwia część psamitów scementowanych i niescementowanych składa się przeważnie z kwarcu. Jeżeli zatem mówimy o piasku lub piaskowcu bez przymiotnika, to rozumiemy przez to samo materiał kwarcowy; w razie przeciwnym — dodajemy przymiotnik, określający odmienną od kwarcowej substancję, np.: piasek wapienny, piasek augitowy, magnetytowy i t. p., lub piaskowiec skaleniowy (arkozowy) i t. p.

Najistotniejszą częścią składową piasków i piaskowców jest tedy kwarc, a przytem kwarc granitowy lub, wogóle, pochodzący ze skał ogniowych i metamorficznych. To jego pochodzenie poznajemy po mikrostrukturze, po wzrostkach charakterystycznych, po owych cyrkonach i rutilach, po bańkach gazowych i ciekłych, po owych pulsujących libelkach i t. p. Poza kwarcem częstymi domieszkami w piaskowcach bywają: skaleń, mika (zarówno muskowit, jak biotyt), glaukonit, fosforyt i inne. Domyślamy się, że niektóre z tych domieszek, jak dobrze nam już znane glaukonit i fosforyt, są tubylcze, czyli powstałe na miejscu, jeszcze podczas fazy sedymentacyjnej na dnie morza. Bardzo ważną genetyczną częścią składową piaskowców, jak i innych skał okruchowych, jest lepiszcze, którego charakter rzuca światło na sposób ich zestalania się. Bywa ono najczęściej albo ilaste, albo wapienne i dolomityczne, albo żelaziste, albo wreszcie krzemionkowe. Pochodzenie tych rozmaitych rodzajów lepiszcza jest naogół zrozumiałe. Są to infiltracje i wsiąki zawiesin roztworów koloidalnych lub roztworów normalnych (dwuwęglany) w próżnie i kapilary piasku jeszcze luźnego lub piaskowca porowatego. Przez wysychanie sedymentów (w stadjum wypiętrzania się geosynkliny) następuje ich konsolidacja i zestalanie się za sprawą koagulacji lub krystalizacji owych wsiaków. Rzecz naturalna, procesy diagenety i metamorfizmu, o których niżej, przyczyniają się w wysokim

stopniu do ostatecznego scementowania się osadu. Na szczególniejszą uwagę zasługują piaskowce o lepiszczu krzemionkowym, które może przybierać formę kwarcu, chalcedonu lub opalu. Ziarna mniej lub więcej zaokrąglone kwarcu okruchowego wiążą się tu zatem zapomożą nowopowstałej, wtórnej substancji kwarcowej (chalcedonowej, opalowej) w jedną całość. Bardzo jest rzecz ciekawa, że te powłoki kwarcu wtórnego, otaczające ziarna pierwotne, bywają częstokroć jednakowo z nimi zorientowane pod względem strukturalnym i optycznym. W takich przypadkach ziarna okruchowe stanowiły dla kwarcu wtórnego ośrodki krystalizacyjne. Obwódki przezroczyste i jasne kwarcu nowego przybierają przytem nierzadko kształty idiomorficzne (w przekroju — sześcioboczne), tak, iż pierwotne okruchy dopełniają się niejako do całkowitych kryształów. Zauważono niejednokrotnie, że pierwotne lepiszcze piaskowców ulega pewnej przemianie, pewnemu wypieraniu i zastępowaniu go przez cementację wtórną. Tak np. lep szcze pierwotnie ilaste lub kalcytowe może być wyparte i zastąpione przez cement wtórny krzemionkowy. Proces ten odbywa się stopniowo i wymaga długich okresów czasu. Taka „sylikacja“ skał osadowych przybiera niekiedy wielkie rozmiary: podlegają jej całe prowincje geologiczne, jak np. pd.-afrykańska Kalahari (Kalkowsky). Piaskowce mniej lub więcej czyste, całkowicie i bezpośrednio scementowane, niemal jednolite, o przełamie muszlowym i ostrych krawędziach odlupków, nazywamy kwarcytami. Występują one najczęściej w formacjach starszych, paleozoicznych. Wogóle, spostrzeżenia empiryczne pouczają, że im piaskowiec geologicznie jest starszy, tem jego spójność i więź cementowa bywa mocniejsza. Z tego wypadaloby, że cementacja piaskowców — i skał okruchowych wogóle — jest do pewnego stopnia zależną funkcjonalnie od czasu. Od dzisiejszych luźnych jeszcze piasków do kwarcytów paleozoicznych mamy więc całą skalę przejść najrozmaitszych. Okruchowce kwarcowe, zwłaszcza o lepiszczu krzemionkowym lub kwarcowym (kwarcyty), należą do skał osadowych najoporniejszych na działanie czynników atmosferycznych i dlatego odgrywają one wybitną rolę w pejzażu geologicznym. Rozpowszechnienie ich jest olbrzymie, spotykamy je bowiem we wszystkich formacjach geologicznych.

Jeżeli poprzestaniemy na naszej tylko ojczyźnie, to mamy je w górach Świętokrzyskich, gdzie w postaci kwarcytów paleozoicznych tworzą najwyższe szczyty „Łysogór“, w postaci zaś czerwonych piaskowców dolnotriasowych lub jasnoszarych dolnojurajskich szeroko na pn.-wschodnich stokach tych gór się rozpościerają; mamy je dalej na płycie podolskiej w znanym dolnodewońskim piaskowcu trembowelskim; nadewszystko jednak, mamy je w Karpatach, gdzie napoły ze zlepieńcami i ilami tworzą trzeciorzędową formację „fliszu“, z którego wybudowany jest niemal cały (poza Tatrami) łuk Karpacki. Miąższość osadów piaszczystych, zwykle duża, bywa niekiedy potężna. Dość powiedzieć, że formacja angielskiego piaskowca czerwonego (old red sandstone), który jest krewniakiem naszego — trembowelskiego, mierzy do 10.000 stóp grubości! Stąd można wnosić, jak kolosalne masy prakontynentów musiały być zniszczone i mechanicznie przerobione, by dać początek pokładom piasku, a następnie — piaskowca tej miąższości.

Mówiąc o składzie mineralnym piaskowców, mieliśmy dotychczas na myśli najpospolitszy ich składnik — kwarc klastyczny — i sklejający jego poszczególne okruchy cement. Wspominaliśmy także o okruchach skalenia, ziarnach glaukonitu i płatkach miki. Ale prócz tych składników najpospolitszych piaskowce i kwarcyty zawierają jeszcze cały szereg rzadszych minerałów, które nie zawsze są widoczne dla oka nieuzbrojonego, ale które łatwo można oddzielić od przeważającej masy kwarcu zapomocą znanych nam metod petrograficznych. Są to przeważnie minerały ciężkie, twarde i odporne na działanie czynników chemicznych, jak cyrkon, rutyl, turmalin, granat i t. d. Nowsze studia szczegółowe w dziedzinie nauki o skałach osadowych, zapoczątkowane przez L. Cayeux w Francji, dowodzą, że niemasz właściwie okrucowca, któryby tych ciężkich a twardych minerałów nie zawierał. Jest to rzecz zrozumiała. Dzięki swej nierozkładności znalazły się one wraz z kwarcem w piasku, a dzięki swej twardości mniej są naogół obtarte i zaokrąglone, zachowując niekiedy w stanie nieskażonym nawet kształty krystaliczne. Znaczenie tych minerałów „akcesorycznych“ polega na tem, że pozwalają one wnioskować o charakterze skał, które dały początek okru-

chowcom. I tak np. Cayeux¹⁾ w swej monografji o piaskowcach trzeciorzędowych zagłębia Paryskiego przychodzi do wniosku, że są one w lwiej części wynikiem rozkładu łupków krystalicznych, gdyż zawierają obficie charakterystyczne dla tych ostatnich minerały, jak cyanit, granat, staurolit, sylimanit i t. p. Podobnie W. Pawlica²⁾ dowiódł, że kajprowe piaskowce starachowickie zawierają minerały rzadkie, znamionujące skały charakteru alkalicznego (jak egiryn, glaukofan), a więc pochodzące prawdopodobnie z płyty Wołyńsko-ukraińskiej. Sąsiedni natomiast piaskowiec tumliński (dolnotriasowy, pochodzenia pustyniowego) zawiera dość obfitą domieszkę amfibolu bazaltowego, co dowodziłoby innej jego provenjencji. Jakiej? — dotychczas niewiadomo. Co się tyczy piasków dzisiejszych, to sprawa ich pochodzenia jest o wiele łatwiejsza, gdyż chodzi tu tylko o porównanie ich składu ze składem sąsiednich terenów krystalicznych. Retgers przed laty jeszcze udowodnił np., że piaski wydm holenderskich zostały naniesione z wybrzeży skandynawskich.

Obok piaskowców właściwych położyć należy piaskowce arkozowe, bogate w skałę i będące jakby zregenerowanym gruzem granitowym; a dalej — t. zw. szarogłazy (niem. Grauwacke) rozpowszechnione w paleozoicum Niemiec. Są to okrucowce, znane i u nas w górach Świętokrzyskich, o bardzo złożonym składzie, które obok kwarcu zawierają także skałę, a prócz niego — okrucy skał takich, jak kwarcyt, łupek, diabaz, granit i t. d., i t. d.

Osadom mechanicznym o przeważającym składzie kwarcowym przeciwstawiają się — co do genezy — skały krzemionkowe, które są osadami chemicznymi i biochemicznymi. Pod względem rozpowszechnienia i znaczenia geologicznego nie mogą one ani nawet mierzyć się z tamtymi. Typowym osadem chemicznym krzemionki bezpostaciowej są nawary, skupiające się dookoła źródeł gorących i słynnych gejzerów islandzkich i pn.-amerykańskich, które przynoszą ze sobą na powierzchnię dwutlenek krzemu, wylugowany w podniesionych temperaturach, a więc na znacznych głębokościach, ze skał krzemianowo-kwarcowych. Równie typowo

¹⁾ Structure et origine des grès du tertiaire parisien. Paris, 1906.

²⁾ Sprawozdania P. I. G., t. I (1920).

wym osadem pochodzenia organicznego jest pelit okrzemkowy, który poznaliśmy już jako współczesny sedyment oceaniczny, który jednak występuje także w stanie „kopalnym“ i w starszych formacjach geologicznych (trzeciorzęd, dyluwium). Niektóre skały krzemionkowe, dziś już całkowicie zwarte i skonsolidowane, jak łupek krzemionkowy, kamień probierski (lidył), jak krzemienie kredowe i inne, muszą również być zaliczone do kategorii skał pochodzenia organicznego, jakkolwiek już przez diagenezę mocno niekiedy zamaskowanego. Do ich powstania przyczyniły się nietylko okrzemki, ale także igły gąbek morskich, radjolarje i t. p. organizmy o szkieletach krzemionkowych. L. Cayeux zbadał i opisał z zagłębia Paryskiego cały szereg skał krzemionkowych (t. zw. *gaizes*), które składają się przeważnie ze szczątków gąbek (*spiculae*), radjolaryj, okrzemek, otwornic i t. p., scementowanych niekiedy zapomocą opalu lub chalcedonu. Skały te zawierają do 90% SiO_2 .

Z piaskowcami w sposób genetyczny wiąże się drugi pierwszorzędowego znaczenia geologicznego osad mechaniczny w postaci glin, ilów oraz skał im pokrewnych. Wszystkie one są nagromadzeniem najsubtelniejszych zawiesin i mętów, a po konsolidacji, w stanie kopalnym, posiadają najczęściej budowę pelitową. Najważniejszy ich składnik — kaolin — jest, jak wiemy, pochodną glinokrzemianów (przeważnie skaleni). Ale obok niego w mniejszej lub większej ilości występują w glinach inne jeszcze ciała natury koloidalnej, jak wodziany żelaza i manganu, jak (przeważnie w krajach tropikalnych) wodziany glinu i krzemionki, jak wreszcie niektóre substancje organiczne (bituminy); a dalej, najdrobniejsze elementy klastyczne: szypułki miki i chlorytu, ziarenka subtelne kwarcu, skalenia i innych minerałów skałotwórczych. Nie brak tu również i charakterystycznych minerałów ciężkich, jak rutil, cyrkon, turmalin, granat i t. d., o których była mowa przy piaskowcu, z tą jednak różnicą, że wymiary ich są tu o wiele mniejsze. Wedle danych W. Pawlicy, cyrkon w piaskowcach kajprowych Starachowic mierzą w kierunku osi z przeciętnie 0.15 mm, gdy mikrolity tegoż cyrkonu w warstwującej się z piaskowcami glinie kajprowej (t. zw. ciąglicy) mają zaledwie 0.07 mm, a więc są 2 razy drobniejsze. Oprócz tych składników pochodzenia

klastycznego gliny zawierają często domieszki, będące produktem sedymentacji chemicznej, jak gips, sól kamienna, jak konkrecje węglanowe, konkrecje pirytu, fosforytu i t. p. Nic więc dziwnego, że różnią się one znacznie tak swym wyglądem zewnętrznym, swemi własnościami fizycznymi (plastycznością), jak i swem zabarwieniem. Mamy tu bowiem przejścia od śnieżno-białego kaolinu, przez pstrokaciznę glin czerwono-żółto-sinych, do ciemnobrunatnych lub zgoła czarnych i „ciężkich“ ilów i mał nad-rzecznych.

Konsolidacja glin, podobnie jak piaskowców, jest procesem długotrwałym. Odróżniamy zwykle pewien szereg gradacyjny tego zwierania się i zestalania owych szlamów, ilów i glin, powstających dziś na dnie mórz i zbiorników słodkowodnych. Gliny nie-uwarstwione, gliny łupkowe, ilołupki, łupki dachowe, fility — oto cały szereg przejść strukturalnych od masy jeszcze napół plastycznej do skał wprawdzie cienkołupkowych, ale już mocno zwartych i częściowo przekryształizowanych. Odkładając omówienie dokładniejsze tych przemian do rozdziału o metamorfizmie, zaznamy tu tylko krótko, że idą one naogół w parze z wiekiem geologicznym i że sprzyjają im procesy górotwórcze i tektoniczne. Gliny i ily, jako osady delikatne, są naogół dobrem środowiskiem konserwującym szczątki organiczne, zwłaszcza roślinne. Skamieniałości bywają w nich zwykle daleko lepiej zachowane, niż w piaskowcach.

Rozpowszechnienie glin i skał ilastych jest prawie takie samo, jak — piaskowców. Spotykamy je we wszystkich formacjach, od kambru do doby współczesnej. Częstokroć oba te rodzaje skał, pochodzące z jednego praźródła, warstwiają się naprzemianlegle, wielokrotnie się powtarzając w jednym warstw zespole. Z punktu widzenia geologicznego ta naprzemianległość piaskowców i glin oznacza poprostu wiekowe fazy wahania się dna morskiego, którego pogłębianie się sprowadza sedymentację bardziej ilastą (zawiesinową), wynurzanie się zaś — sedymentację bardziej piaszczystą (w wodach przybrzeżnych). Warstwy gliniaste, jako nieprzepuszczalne dla cieczy, odgrywają w ekonomji przyrody dużą rolę, gdyż regulują krążenie wód podziemnych i uzależniają ich wytryski nadziemne. W Polsce gliny skupiają się przeważnie

w formacjach młodszych: w dyluwjum (gliny głązonośne), w trzeciorzędzie (Powiśle, Kujawy, Poznańskie, Karpaty), w kajprze (Radomskie) i t. d. Na płycie granitowej Wołynia występują eluwjalne kaoliny. Systematyka i słownictwo glin — poza odróżnionymi wyżej facjami strukturalnymi — są dość chwiejne i nieokreślone. Uzależniamy je głównie od charakterystycznych domieszek. A więc mówimy o glinach tłustych (pozbawionych piasku), o glinach piaszczystych (chudych), o glinach marglistych, zawierających domieszkę wapna, o glinach „ałunowych“, zawierających siarczan glinowy i t. d.

Trzecią kategorię skał osadowych stanowią *wapienie*. Skupia ona w sobie wszystkie te osady, których przeważającą częścią składową jest węglan wapniowy lub wapniowo-magnezowy. Skały wapienne zajmują wśród skał osadowych stanowisko wyjątkowe. Nie są one ani właściwymi okrucchowcami, ani właściwymi osadami chemicznymi. Jak nas poucza sedymentacja mórz dzisiejszych, węglan wapniowy w wyjątkowych tylko razach wydziela się z wody morskiej, jako osad chemiczny. Bez porównania większa jego masa osadza się z niej na skutek procesów życiowych tych zwierząt i roślin morskich, które wytwarzają szkielet wapienny: korale, liotolamne, mięczaki, szkarłupnie, liljowce, otwornice... One to dostarczają właściwego materiału okruczowego, wytwarzającego się w kąpieli morskiej. Ale te okruczy wapienne stanowią antytezę okruczów kwarcowych: są miękkie i łatwo ścieralne, a nadewszystko rozpuszczają się w stopniu dość znacznym w wodzie, nasyconej dwutlenkiem węgla. Wypływa z tego ważna konsekwencja. Najdrobniejszy *detritus* wapienny, zwłaszcza w formie aragonitu, rozpuszcza się częściowo w wodzie, a pozostały miał wapienny w warunkach sprzyjających łatwo się cementuje przez powtórne wydzielanie się węglanu wapniowego (w postaci kalcytu). Skutkiem tego facja piaszczysta i piaskowcowa skał wapiennych nie jest wogóle znana (poza plażą ciepłych mórz dzisiejszych). Ta stosunkowo łatwa rozpuszczalność osadów wapiennych powoduje także i to, że unikają one zbyt wielkich głębin morskich, że skały wapienne formacyj dawniejszych stale są podziurawione, przejęte szczelinami i jaskiniami, które mogą się powtórnie wy-

pełniać infiltracjami i naciekami kalcytu (zjawiska krasowe). Ta sama własność węglanu wapniowego wpływa w sposób przyspieszający na proces diagenety wapieni „kopalnych“, których struktura organiczna lub klastyczna bywa już najczęściej zamaskowana. Pomimo to skały wapienne, jako powstałe przeważnie z bentonu i planktonu organicznego, są prawdziwą kopalnią szczątków organicznych, przeważnie w formie najrozmaitszych szkieletów wapiennych. Stąd w stratygrafii geologicznej często się mówi o rozmaitych wapieniach „muszłowych“.

Budowa skał wapiennych bywa zwykle zbita lub drobnoziarnista, rzadziej wyraźnie krystaliczna. Nazywamy je w pierwszym przypadku wapieniami lub wapniakami, w drugim — marmurami. Te ostatnie składają się z ziarn krystalicznych kalcytu o znanej łupliwości romboedrycznej i bliźniakach $\parallel (01\bar{1}2)$, które powstają najczęściej wtórnie pod wpływem ciśnienia górotwórczego. Wapniaki, będące skałami najbardziej rozpowszechnionymi, mają niekiedy, obok ziarn większych kalcytu, jeszcze drobniejsze sklejące je lepiszcze. Ziarna większe nie są jednak w tym przypadku jakimiś okruciami alogenicznymi, lecz utworami tubylczymi, powstałymi z ziarn drobniejszych przez wtórną krystalizację pod wpływem „wilgoci skalnej“. Niekiedy osady wapienne przybierają budowę łupkową (łupki wapienne).

Wapienie, jak zresztą wszystkie skały osadowe, posiadają w składzie swym liczne domieszki, objaśniające się ich genezą. Są one albo natury klastycznej, jak il i piasek kwarcowy, lub też — chemicznej, jak dolomit, syderyt, konkretje krzemionkowe i fosforytowe, glaukonitowe, pirytowe i t. d. Zależnie od tych domieszek tworzy się słownictwo rodzajowe wapieni. A więc odróżniamy wapienie dolomityczne, krzemionkowe, ilaste, piaszczyste, glaukonitowe i t. d. Niekiedy zawierają one także domieszkę bituminów (wapienie cuchnące). Odpowiednio do tego i barwa ich bywa rozmaita: biała, szara, żółtawa, zielonawa, ciemnoszara, czarna... Co się tyczy wapieni ilastych w szczególności, to znamy ich wielką różnorodność. Wapniaki z zawartością 20—50% ilu przyjęto nazywać marglami. Pomiędzy wapniakami ilastymi a glinami istnieje nieprzerwany szereg przejść. Podobnie rzecz ma się

i z wapieniami dolomitycznymi, które stopniowo przechodzą w dolomity.

Co do zawartości i stopnia krystalizacji osadów wapiennych, musimy znowuż uczynić tę samą uwagę, jak przy piaskowcach i glinach: im starsza formacja, tem stopień krystalizacji i zwartości większy. Nasze wapienie trzeciorzędowe (np. sarmackie) są dość jeszcze kruche i porowate, bardziej zwartą już jest opoka kredowa, a wapienie jurajskie tworzą już skałę całkowicie zwartą i mocną. Wyższy jeszcze stopień masywności ujawniają wapienie środkowo-dewońskie gór Świętokrzyskich. Wapienie czyste, całkowicie przekrystalizowane, ziarniste, w kolorach jasnych (białym, różowym, popielatym) lub rzadziej — ciemnoszarym i czarnym, zwiemy pospolicie marmurami. Występują one w formacjach starszych, mocno sfałdowanych, najczęściej w gnejsach i łupkach krystalicznych, i wówczas otrzymują nazwę „prawapieni“. Nie zawierają już one zanieczyszczeń ilastych i organicznych, lecz za to — cały szereg nowopowstałych w ich łonie minerałów pobocznych, jak grafit, kwarc, skalenie, granat, diopsyd, aktynowit, oliwin, flogopit, diaspor, korund... Wapienie te są już zatem typowym utworem metamorficznym, przypominającym żywo zmiany kontaktowe (ob. wyżej, str. 161).

Obok wapieni występują zazwyczaj dolomity. Są to skały (w stanie czystym) białe, żółtawe lub brunatnawe, zazwyczaj wyraźnie skrystalizowane o budowie cukrowej, niekiedy nieco porowatej. Często zawierają idiomorficzne romboedry jednostkowe dolomitu bez budowy bliźniaczej. Statecznie niemal towarzyszy im domieszka syderytu, a niekiedy — węglanu cynkowego. Nasze dolomity triasowe są, jak wiadomo, tem środowiskiem, w którem skupiają się pokłady cynku, ołowiu i rud żelaznych. O pochodzeniu dolomitów z raf koralowych mówiliśmy już dwukrotnie (porówn. str. 104 i 179). Tutaj dodamy jeszcze, że nie jest to jedyna możliwa droga powstawania dolomitów. Niektóre z nich (np. tyrolskie) mogły także powstawać z wapieni dolomitycznych przez wiekowe wypłókiwanie łatwiej rozpuszczalnego węglanu wapniowego.

Wapienie (i dolomity) należą do skał, jak wiadomo, bardzo na powierzchni ziemi rozpowszechnionych. Biorą one ważny

udział w budowie łańcuchów górskich i wpływają swojemi działaczniemi częstokroć kształtami (wynik małej odporności wobec atmosferylżów!) na ożywienie i urozmaicenie krajobrazu, do czego w niemałej mierze przyczyniają się także i zjawiska krasowe. W Polsce wybitną rolę odgrywają skały wapienne (i dolomityczne) w budowie gór Świętokrzyskich (dewon, jura), pasma Krakowsko-wieluńskiego (jura), niecki Miechowskiej (kreda), wyżyny Lubelsko-wołyńskiej (opoka kredowa), płyty Podolskiej (sylur, kreda), Pienin i Tatr (lias) i t. d.

Na zakończenie tego przeglądu osadów wapienno-morskich wspomnimy jeszcze o kredzie (piszącej), która się różni od innych skał wapiennych tak swoją budową ziemisto-pelitową, jak szczególnym składem mineralnym oraz białą zwykle barwą. Przez kredę rozumiemy dość luźno spojone nagromadzenie skorupki otwornicowych, okruchów muszli, jeżowców, mszywiolów, koralu i t. p. resztek organicznych, a także t. zw. kokkolitów w postaci kulek, krążków, gruzełek, kłaczków i t. p. Prócz tego charakterystyczną częścią składową kredy są organizmy krzemionkowe, jak okrzemki, promienice, igły gąbek, z których powstają znane konkrecje (i buły) krzemienne. Nie obcym jej jest również i glaukonit. Jak z tego widzimy, kreda „kopalna“ jest niemal identyczna z dzisiejszym eupelagicznym szlamem globigerynowym. Ciekawe studja porównawcze nad kredą zagłębia Paryskiego wykonał L. Cayeux¹⁾. Kreda paryska przypomina również pod względem składników organicznych szlam globigerynowy, ale różni się odeń sposobem sedymentacji, która odbyła się w szybkim tempie i w morzu stosunkowo płytkim. Cayeux dowodzi, że osady tego morza kredowego pochodziły częściowo z Ardenów. W kredzie paryskiej, już po jej osadzeniu się, powstał cały szereg nowotworów mineralnych, jak ortoklaz, piryty, kwarc w kryształach luźnych, a nawet częściowo glaukonit, który wypełnia niekiedy szczeliny w ortoklazu. Skałki potasowe występuje tu, podobnie jak kwarc, w kryształach zawieszonych, i powstał *in situ*. Podobne obserwacje poczynił i drugi badacz francuski, Grandjean. Dowodzą one, że w osadach, tak sto-

¹⁾ Mémoires de la Société Géologique du Nord. T. IV, 2. Lille, 1897.

sunkowo młodych i mało zmetamorfizowanych, odbywają się przecież procesy minerogeniczne, którym zwykle przypisujemy warunki bardzo wysokich temperatur i ciśnień. *Cayeux* wyizolował również z kredy zagłębia Paryskiego cały szereg minerałów ciężkich w doskonale zachowanych mikrolitach, jak cyrkon, rutil, anataz, cyanit i t. p. Mikrolity te pochodzą częściowo ze skał granitowych, częściowo — metamorficznych.

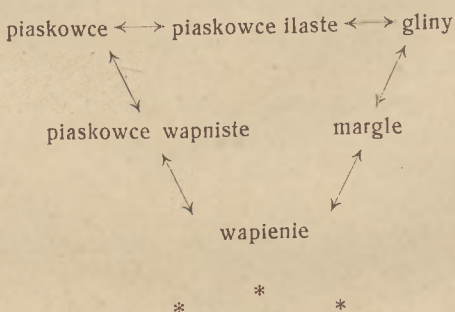
Osady chemiczne węgla wapniowego mają stosunkowo małe tylko znaczenie i rozpowszechnienie. Należą tu przede wszystkim t. zw. martwice wapienne, które wydzielają się ze źródeł słodkowodnych naładowanych bezwodnikiem węglowym. Osadzanie się martwicy powoduje nietylko ulatniający się gaz węglowy, ale także rośliny wodne (mchy i wodorosty), które rozkładają dwuwęglan wapniowy, zabierając mu CO_2 i zmuszając tem do wydzielania się mało rozpuszczalny węglan wapniowy. Takie martwice, zwykle lekkie i porowate, tworzą się dziś w wielu miejscach i krajach, np. słynne *travertino* w Tivoli pod Rzymem (*Aquae albae*), lub na pdn. stoku Karpat — w Drużbakach. Do osadów, przynajmniej częściowo chemicznych, należą oolity i ikrowce, rozpowszechnione u nas w jurze brunatnej. Składają się one z drobnych, jak mak lub ikra, kulek $CaCO_3$, sklejonych ubogim zwykle lepszczem wapiennem. Budowa poszczególnych kulek bywa częstokroć promienisto-skorupowa lub tylko spółśrodkowo-skorupowa, przyczem kulki te zawierają wewnątrz jakieś ciało obce, np. ziarnko piasku. Powstawanie oolitów objaśniamy przez wydzielanie się węgla wapniowego w wodach wirujących, prawdopodobnie za sprawą mikroorganizmów (np. *bacterium calcis*, porówn. str. 180).

Wreszcie, w paru przynajmniej słowach, musimy tu dotknąć utworu młodocianego, bo już poglądalnego, którego pochodzenie jest eoliczne, a którego przyjętą powszechnie nazwą jest *loes* (glinka nawiana, glinka mamutowa). Jest to osad napowietrzny, nawiany po cofnięciu się lodowców północnych podczas epoki suchej i pustyniowej. Z olbrzymich pokładów loesu słyną Chiny (*Richthofen*). Rozpowszechniony on jest szeroko także i u nas w południowych i pd.-wschodnich okolicach kraju (Lubelskie, Wołyń, Podkarpacie). Loes jest subtelnym pyłem pustyniowym o bu-

dowie pelitowej, barwie żółtawej lub jasnobrunatnej. Składa się przeważnie z drobnego piasku kwarcowego o ziarnach kanciastych lub słabo tylko zaokrąglonych. Poza tem zawiera do 30% $CaCO_3$ i około 20% gliny. Uwarstwienia wyraźnego nie ma, natomiast posiada wysoką tendencję do rozpadania się na bloki sześciennie, skutkiem czego powstają tak charakterystyczne dla krajobrazu loesowego schodowe lub tarasowate profile urwisk. Masa loesu przejęta bywa kanalikami po zbutwiałych korzeniach roślinnych. Tu i owdzie zdarzają się w niej większe lub mniejsze konkracje wapienne, czyli t. zw. kukielki, ułożone niekiedy warstewkami. Jako składniki dodatkowe spotykamy i tu także okruchy skaleni, mik, amfiboli, a niekiedy — szczątki minerałów, pochodzących z łupków krystalicznych (cyanity, granaty i t. p.).

*
* * *

Jak z tego krótkiego przeglądu skał osadowych wynika, są one substancjonalnie i stratygraficznie związane ciągłym szeregiem przejść wzajemnych. Dwie zasadnicze substancje rozkładu skał głębinowych (przeważnie granitu, gnejsu i łupków krystalicznych), kwarc i glina, w połączeniu z węglanem wapniowym, produkowanym głównie w morzach na drodze biochemicznej, kombinując się rozmaicie, dają długi łańcuch skał przejściowych, które łączą się w ciągłą serję sedimentów, napotykaną tak w stanie kopalnym, jak i w oceanach współczesnych. Schematycznie możemy ją sobie wystawić, jak następuje:



5. ŁUPKI KRYSZALICZNE I TEORJA METAMORFIZMU.

Przez łupki krystaliczne rozumiemy skały, które swoim składem mineralnym przypominają żywo utwory głębinowe (krzemiano-kwarcowe), swoim zaś uławiczeniem i łupkowatością utwory osadowe. Przymiotnik „krystaliczny“ jest tu poprostu przeciwstawieniem okrucowości. Pod względem stratygraficznym łupki krystaliczne zajmują zwykle położenie pośrednie pomiędzy skałami osadowymi a skałami głębinowymi, podścielając pierwsze, przykrywając zaś drugie. Dolne ogniwa serji łupkowo-krystalicznej, t. zw. gnejsy i granulity, zbliżają się pod względem składu do granitów, górne, t. zw. fility, — do łupków ilastych i przechodzą stopniowo w osady normalne.

Bezpośrednie obserwacje geologiczne pouczają w rzeczy samej, że niektóre łupki krystaliczne, złożone z krzemianów o swoistym pokroju (nie okrucowym), zawierają wyraźne szczątki organiczne (skamieniałości) lub otoczaki, a więc niewątpliwe znamię sedymentacji, inne znowu wiążą się stopniowymi przejściami ze skałami głębinowymi (granitami). Musimy tedy przypuścić, że tamte powstały z normalnych osadów, te zaś — z normalnych granitów na drodze pewnych przemian i przeistoczeń, które nazywamy metamorfizmem. Stąd łupki krystaliczne zwane są inaczej skałami przeobrażonymi, czyli metamorficznymi.

Już mówiąc o skałach osadowych dawnych i porównując je z osadami dzisiejszych mórz i oceanów, zaznaczaliśmy niejednokrotnie, że pierwsze są bardziej zwarte, bardziej spojone, a niekiedy nawet częściowo „przekrysztalizowane“. Są to już początki metamorfizmu (diageneza). Objawia się on w tem, że sypkie piaski cementują się w twarde i spoiste piaskowce i kwarcyty, że plastyczne gliny przechodzą w łupki gliniaste, dachowe a następnie — w fility, które już składają się przeważnie nie z materiału klastycznego, lecz z powstałych na miejscu nowotworów krystalicznych. Dalej napomknęliśmy również o tem, że zbite wapienie mogą przeistaczać się w krystaliczne ziarniste marmury i t. p. Podkreślaliśmy wreszcie i tę naogół zwiększającą się intensywność przeobrażeń z postępem wieku, a więc i — głębokości stratygraficznej danego osadu. Ponieważ łupki krystaliczne leżą

na samym spodzie formacyj osadowych, przeto, rzecz jasna, muszą być one — w swej części górnej — najmocniej przeobrażonymi osadami. Zakładając, że natężenie metamorfizmu idzie w parze ze wzrostem głębokości, musimy także przyjąć i to, że zwiększa się ono ze wzrostem temperatury i ze wzrostem ciśnienia. Te dwa czynniki fizyczne — temperatura i ciśnienie — są najważniejszymi regulatorami procesów metamorficznych. Jeżeli na powierzchni ziemi przeobrażanie się skał polega głównie na rozkładzie i rozpuszczaniu się, to w głębi litosfery — gdzie działanie atmosfery i dopływ ciał obcych z zewnątrz są wysoce utrudnione i ograniczone — przeobrażanie się polegać musi głównie na zmianach fizycznych tego, co się z powierzchni włąb dostało.

Niezwykły pokrój skał metamorficznych i swoisty częstokroć ich skład mineralny zwracały oddawna już uwagę uczonych i pobudzały do wysnuwania rozmaitych hipotez co do ich pochodzenia. W Niemczech zwłaszcza powstały liczne na genezę łupków krystalicznych poglądy. Przypuszczano, że są one pierwotną skorupą ziemi, zastygłą w warunkach wyjątkowych, które się nigdy później nie powtórzyły (J. Roth), to znów, że są one osadami pierwotnego morza gorącego (Gümbel) i t. d. Odkąd jednak przekonano się, że skały metamorficzne, zbliżone do łupków krystalicznych, mogą powstawać także w formacjach młodszych (np. w jurze alpejskiej), że w największych głębiach oceanicznych powstają dziś osady zupełnie „normalne“ i że najstarsze nawet osady, spoczywające na powierzchni ziemi (np. gliny kambryjskie), metamorfizacji nie ulegają, — odkąd się o tem wszystkim przekonano, owe hipotezy o pochodzeniu łupków krystalicznych musiały same przez się upaść.

Dziś zapanowała powszechnie fizyczno-chemiczna teoria metamorfizmu, opierająca się na działaniu temperatury i ciśnienia w głębszych poziomach litosfery. Ogólny wynik przemian, powodowanych przez te dwa czynniki, da się porównać ze zmianami, które na mniejszą skalę dostrzegamy w kontakcie skał osadowych ze skałami ogniowemi.

Temperatura głębi ziemi wzrasta, jak wiadomo, mniej więcej o 1° C. na każde 35 m obniżenia poziomowego. Proces prze-

krystalizowania się skał w stanie stałym, bo o to chodzi w łupkach krystalicznych, odbywa się w t. $\pm 1000^{\circ}\text{C.}$, albowiem powyżej tej temperatury zaczyna się już topienie skał i panują stosunki magmatyczne. Temperatura taka odpowiada dopiero głębokościom około 30 km (M. P. Rudzki, Fizyka ziemi). Ale nawet na głębokości 3 km mamy około 100°C. , a więc temperaturę, która już stanowi potężny czynnik, przeobrażający skały osadowe. Z podnoszeniem się temperatury potęguje się energia chemiczna ciał skądinąd obojętnych, a mianowicie wody, która przenika w formie „wilgoci skalnej“ wszystkie warstwy powierzchniowe a w niektórych skałach ilastych stanowi do 14% ich wagi. Przedewszystkiem więc woda jest energicznym czynnikiem rozpuszczającym, zwłaszcza, że, wedle Arrheniusa, ma ona przybierać w temperaturach podniesionych wyraźne własności kwasowe. Doświadczalnie stwierdzono, że krzemionka rozpuszcza się dość obficie w wodzie ogrzanej do $100\text{--}400^{\circ}\text{C.}$, wydzielając się z niej w postaci kwarcu podczas ostygnięcia roztworu (Daubrée, Königsberger, Spezia). Woda działa także może, jako katalizator, przyspieszający przemianę fazową ciał wielopostaciowych. Tak np., bezpostaciowy chlorek srebra, ogrzewany wielokrotnie w naczyniu zamkniętym z drobną ilością wody, może przechodzić w stan krystaliczny na mocy tego, że woda łatwiej rozpuszcza fazę bezpostaciową niż—krystaliczną. Podobnie działa woda na przekrystalizowywanie się układów okruchowych o niejednakowej średnicy ziarn, rozpuszczając ziarenka drobniejsze prędzej niż okruchy większe. Skutkiem tego podczas oziębiania się pozostałe ziarna większe, stanowiące ośrodki krystalizacyjne, stalecznie się powiększają kosztem drobniejszych, które stopniowo zanikają. Tak mogą wapienie zbite zamienić się stopniowo w krystaliczne marmury.

Według poglądów Van't Hoffa układy chemiczne, wystawione na działanie temperatury wzrastającej, dążą do stanu równowagi przez reakcje endotermiczne; przeciwnie, ze spadkiem temperatury wytwarza się dążność dojścia do równowagi zapomocą reakcyj egzotermicznych. Ponieważ reakjom endotermicznym towarzyszy zwiększanie się objętości układu, reakjom zaś egzotermicznym przeciwnie — zmniejszanie się obję-

tości, przeto w znacznych głębokościach, gdzie panują wysokie ciśnienia, wpływy temperatury przeciwdziałają poniekąd wpływom ciśnienia, które powodują kompresję układu. Ogólne to prawo Van't Hoffa nie ma dziś jeszcze konkretnego zastosowania do teorii metamorfizmu, gdyż nie są nam jeszcze znane dokładniej własności termiczne minerałów skałotwórczych, a tembardziej — termochemiczna strona ich reakcyj.

Drugiemu z czynników fizycznych — ciśnieniu — współczesna teoria metamorfizmu przypisuje duży wpływ na przebieg reakcyj i wytwarzanie się struktury łupków krystalicznych. Struktura zaś ta polega przedewszystkiem na równoległym ułożeniu minerałów blaszkowatych (miki, chloryty, talk) oraz igiełkowatych (aktynolit, tremolit, andaluzyt, cyanit, epidot i t. d.). Przypuszczamy mianowicie, że ta równoległa orientacja składników, rozwiniętych mocno w jednej płaszczyźnie lub w jednym kierunku, jest związana przyczynowo z ciśnieniem, panującym w poziomach nieco głębszych litosfery. Według M. P. Rudzkiego już na głębokości 3 *km* ciśnienie warstw nadległych (o przeciętnym ciężarze właściwym 2.75) wynosi około 800 atmosfer; na głębokości 5 *km* wzrasta ono do 1330 atm., na głębokości zaś 10 *km* — przekracza już 2600 atm. i t. d. Z doświadczeń wiemy, że metale pod wysokimi bardzo ciśnieniami, sięgającymi 10—12 tysięcy atmosfer, już w temperaturze normalnej stają się plastyczne. Niewątpliwie podobny stan plastyczny czy „pół-plastyczny“ musi być właściwy i skałom, leżącym w głębi kilku czy kilkunastu *km*, tembardziej, że i temperatura tych głębi jest już bardzo podniesiona

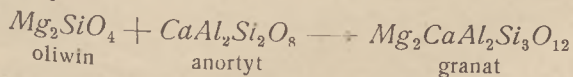
Na proces przekryształowywania się skał ciśnienie wpływać może w sposób rozmaity, zbliżając reagujące na siebie cząsteczki, zwiększając zdolność rozpuszczającą wody i t. d. Ale może ono także regulować i wyznaczać sam kierunek i przebieg reakcyj chemicznych. Tę ostatnią zależność formuluje t. zw. prawo objętościowe Van't Hoffa. Opiewa ono jak następuje: „w układzie chemicznym o stałej temperaturze, lecz wzrastającym ciśnieniu, reakcje chemiczne bieżą w kierunku najmniejszej objętości cząsteczkowej“. Znaczy to, że zakłócona pod zwiększonym ciśnieniem równowaga chemiczna ustala się z powrotem przez to, iż w tym samym układzie chemicznym powstają — kosztem daw-

nych — nowe związki o mniejszej objętości cząsteczkowej. Prawo to posiada tak duże zastosowanie w teorii łupków krystalicznych, że musimy tu je skonkretyzować na kilku przykładach.

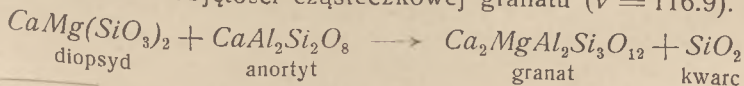
Objętość cząsteczkowa jest, jak sobie przypominamy ze „Wstępu do mineralogji“, ilorazem z ciężaru cząsteczkowego przez ciężar właściwy ($V = \frac{M}{d}$). Jeżeli więc wśród ciał, podlegających zwiększającemu się ciśnieniu, znajdują się substancje wielopostaciowe, to wówczas muszą powstawać te ich modyfikacje, które mają najmniejszą objętość cząsteczki. Dwutlenek tytanu np. jest, jak wiemy, substancją trójpostaciową. Wszystkie trzy jego modyfikacje (rutyl, brookit, anataz) występują często wśród kwaśnych skał głębinowych i łupków krystalicznych. Ponieważ ciężar właściwy rutylu jest największy (4.2), anatazu zaś — najmniejszy (3.95), przeto w łupkach krystalicznych, a zwłaszcza w dolnych ich poziomach, podległych większemu ciśnieniu, musi

wytwarzać się rutyl z anatazu (lub brookitu), gdyż $\frac{80.1}{4.2} < \frac{80.1}{3.95}$ (80.1 jest waga cząsteczki dwutlenku tytanu). Po-

dobnież z trzech modyfikacyj krzemianu glinowego (Al_2SiO_5) powstawać musi pod zwiększonym ciśnieniem cyanit (ć. wł. 3.6), nie zaś — sylimanit (ć. wł. 3.2) lub andaluzyt (ć. wł. 3.18). Układ złożony z dwu lub kilku minerałów, poddany zwiększonemu ciśnieniu, musi dążyć do wytworzenia takiego zespołu nowych minerałów, którego ogólna objętość będzie mniejsza od objętości kombinacyi minerałów poprzedniej. Przytoczymy za Grube n m a n n e m¹⁾ dla ilustracyi dwa przykłady w formie równań chemicznych:



Kombinacya oliwinu i anortytu zamienia się na granat, ponieważ suma objętości cząsteczkowych dwu pierwszych ($V = 145.1$) jest większa od objętości cząsteczkowej granatu ($V = 116.9$).



¹⁾ Die krystallinen Schiefer, Berlin, 1910.

Zespół diopsydu z anortytem ma tendencję do przejścia w kombinację granatu z kwarcem, albowiem suma objętości cząsteczkowych dwu pierwszych ($V=168.9$) jest większa od takiejże sumy dwu ostatnich ($V=147.3$)

Obie reakcje wyżej przytoczone mają przebieg zupełnie przeciwny w temperaturach podniesionych a pod ciśnieniem normalnem. F. Becke¹⁾ obliczył przejście teoretycznie pomyślanego diabazu ($V=825.9$) w teoretycznie również pomyślany łupek chlorytowy ($V=759.8$), zakładając, że pierwszy składa się z 3 cząsteczek albitu, 3—anortytu, 2—diopsydu, 1—ilmenitu i 3—wody; drugi zaś — z 3 drobin albitu, 2—epidotu, 1—chlorytu, 1—tytanitu i 1—kwarcu. Musimy tu jednak podkreślić, że wszystkie tego rodzaju równania i rachunki trzeba narazie brać tylko w znaczeniu jakościowem, jako ilustrację zastosowania prawa Van't Hoffa do teorii metamorfizmu, albowiem prawdziwe objętości cząsteczkowe krzemianów nie są nam jeszcze dokładnie znane, a przyjmowane praktycznie ich wzory są nieraz dalekie od rzeczywistości. W każdym razie „prawo objętościowe“ wyjaśnia nam w znacznej mierze metamorfizację skał w głębi ziemi i, jak się przekonamy niżej, godzi się naogół dobrze z występowaniem łupków krystalicznych na rozmaitych, dających się odróżnić, poziomach powierzchni litosfery.

Nie ulega wątpliwości, że ciśnienie jest tym momentem fizycznym, który w sposób decydujący wpływa na wytwarzanie się budowy skał metamorficznych. Już z klasycznych doświadczeń Daubrée'go wiemy, że bezładna mieszanina gliny i płatków miki, poddana mocnemu ciśnieniu jednostronnemu, zmienia się tak, iż płatki miki układają się mniej więcej równolegle w płaszczyźnie prostopadłej do ucisku. Samo rozumie się przez się, że ciśnienie hydrostatyczne, we wszystkich kierunkach równomierne, nie może działać orjentująco na układanie się elementów blaszkowatych, lecz sprzyja raczej wytwarzaniu się układów ziarnistych— w założeniu pewnej plastyczności mas ściskanych. Tego ciśnienia nie będziemy zatem w dalszym ciągu brać pod uwagę, lecz tylko— ciśnienie lub rozciąganie jednostronne, nazwane przez Van Hi-

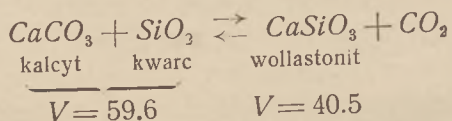
¹⁾. Sitz.-Berichte W. Akad. 1903.

se'a „stressem“. Mogą tu przytem zachodzić dwa przypadki. Wyobraźmy sobie sześcian zorjentowany krystalograficznie z osiami x , y , z , biegnącemi \perp do ścian podstawowych: (100), (010) i (001). Dajmy na to, że w kierunku osi z panuje ciśnienie maksymalne, w kierunku zaś osi x i y — mniejsze, lecz mniej więcej jednakowe; wówczas w płaszczyźnie (001), równoległej do x i y , może nastąpić wyprasowanie, a jeżeli jednocześnie odbywa się proces przekształzowania się, to będzie przez to ułatwiony także rozwój elementów blaszkowatych w tejże płaszczyźnie, a więc \perp do największego ucisku. Weźmy teraz drugą możliwość. W kierunku osi x i y panuje *maximum* ciśnienia (mniej więcej jednakowego), w kierunku zaś osi z — ciśnienie jest minimalne. Wówczas może nastąpić wyprasowywanie w kierunku z , a nowopowstające elementy formy pryzmatycznej, igiełkowej lub włóknistej będą musiały układać się równoległe do z .

Przy rozważaniu tych i tym podobnych zagadnień metamorfizmu nie należy zapominać o tem, że te przegrupowania krystaliczne odbywać się mogą w poziomach, zapewniających niezbędną ku temu plastyczność. W poziomach bowiem powierzchnowych ciśnienie działa raczej w kierunku bardziej mechanicznym, sprowadzając np. anomalje optyczne, bliźniaki wtórne i t.p. zjawiska, aż do zupełnej kataklazy i rozmiążdżenia składników skały. Przeciwnie, przypuszczamy, że na odpowiedniej głębokości wyprasowywanie i rozciąganie nietylko normuje wytwarzanie się budowy, lecz także ułatwia przebieg reakcyj chemicznych, a to w myśi t. zw. zasady Riecke'go. Głosi ona mianowicie, że ciśnienie i rozciąganie zwiększa rozpuszczalność ciała deformowanego. A więc w miejscach największego ucisku ma następować zwiększone rozpuszczanie się danego elementu skalnego, w miejscach zaś mniej uciskanych — ponowna jego krystalizacja w postaci bardziej skondensowanej, zgodnie z działaniem jednocześnie prawem objętościowem Van't Hoffa. Wzrost elementów skały, podległej metamorfizmowi, odbywać się zatem może albo w dwu jednocześnie kierunkach ($\parallel x$ i y), odpowiadających jednej płaszczyźnie (001), albo tylko w jednym kierunku (z). W pierwszym przypadku, jak już zaznaczyliśmy wyżej, są dane warunki do powstawania form blaszkowych, w drugim zaś — form igiełkowa-

tych: np. augit przeobrażać się może we włóknisty uralit, plagioklaz — w igiełkowaty epidot i albit. Zakładamy przytem, że cały ten proces przeobrażania się krystalicznego skał dochodzi do skutku bez doptywu substancyj obcych z zewnątrz, że zatem przekrystalizowywanie się odbywa się za sprawą „wilgoci skalnej“ lub wód konstytucyjnych i adsorbcyjnych. Jest to zatem niejako dopasowywanie się dawnych układów do nowych warunków fizyczno-chemicznych. Musimy tu z dużym naciskiem podkreślić, że cały ten tak pomyślany proces metamorfizmu odbywa się bardzo powoli i wymaga długich okresów geologicznych czasu. Obejmuje on przytem całą masę skały, podlegającej przeobrażeniu. Niema tu przytem żadnej kolejności krystalizacji, o jakiej mówiliśmy przy skałach ogniowych. Przeciwnie, wszystkie reakcje i przemiany odbywają się tu jednocześnie, a obok siebie mogą powstawać ciała bardzo rozmaite.

Ponieważ przebieg metamorfozy zależy od dwu naczelných czynników fizycznych — temperatury i ciśnienia, — czyli, geologicznie rzecz biorąc, od głębokości, przeto zdarzyć się może, że skała już zmetamorfizowana w poziomach głębszych, po wynurzeniu się tektonicznym na powierzchnię ulegnie ponownemu szeregowi przemian, lecz w kierunku odwrotnym, dążąc do stanu równowagi zależnie od zmienionych warunków fizycznych. Wobec tego musimy przyjąć odwracalność reakcyj, odbywających się na skutek prawa Van't Hoffa. Weźmy np. parę ciał takich, jak kwarc i kalcyt. W poziomach niższych (pod zwiększonym ciśnieniem) reagują one na siebie w kierunku tworzenia się wollastonitu, w poziomach zaś górnych wollastonit ma raczej tendencję rozpadania się na kwarc i węglan wapniowy, w myśl równania:



Atoli wbrew temu w niektórych mocno sprasowanych łupkach krystalicznych (bez śladu wollastonitu), np. w filitach wapiennych, kalcyt występuje obok kwarcu, co dowodzi, że współstnienie obu minerałów ma jednak szerokie granice, a niektórzy

badacze, jak Spezia, nie uznają prawdziwości powyższego równania ze względów paragenetycznych.

Ponieważ od względnego położenia w litosferze, czyli od natężenia temperatury i ciśnienia, zależy przebieg i kierunek reakcyj chemicznych, a także budowa skał metamorficznych, przeto przyjęto odróżniać w całej ich miąższości kilka stref, czyli pasów rozmaitych. Van Hise i Grubenmann dzielą całą serję łupków krystalicznych na 3 pasy: pas górny, poniżej strefy powierzchniowej litosfery, gdzie odbywają się przeważnie procesy zwykłego wietrzenia, pas środkowy i pas dolny, powyżej strefy magmatycznej. Oto krótka charakterystyka tych 3 pasów.

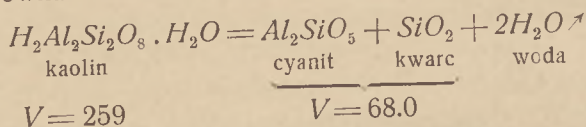
W pasie górnym panuje temperatura stosunkowo niska. Co do ciśnienia, to wyraża się ono u góry w formie deformacyj mechanicznych i kataklazy, u dołu zaś — w formie stressu i wypraszowywania. Reakcje są egzotermiczne i zgodne z regułą objętościową Van't Hoffa. Powstają tu minerały bogate w hydroksyl (OH), jak serycyt, talk, chloryt, serpentyn, a także epidot obok bezwodnego albitu, kwarcu i kalcytu. Do skał charakterystycznych tego pasa należą: fility, łupki chlorytowe, talkowe, serpentynowe i t. p.

W pasie środkowym temperatura jest wyższa, ale działanie ciśnienia (mocny stress!) ma tu jeszcze przewagę. Tu objawia się najmocniej zasada Riecke'go i panuje najintensywniejszy proces przekryształizowywania się. Reakcje chemiczne są również egzotermiczne, prawo Van't Hoffa działa w całej pełni. Tworzące się minerały zawierają mniej hydroksylu. Forma nowotworów blaszkowata, pręcikowata, włóknista. Najczęstsze tu minerały są: muskowit, biotyt, amfibol, epidot, zoizyt, staurolit, granat, cyanit, mikroklin, mikropertyt, albit, oligoklaz i t. p. Jest to pas gnejsów, łupków mikowych i amfibolowych, amfibolitów i t. p.

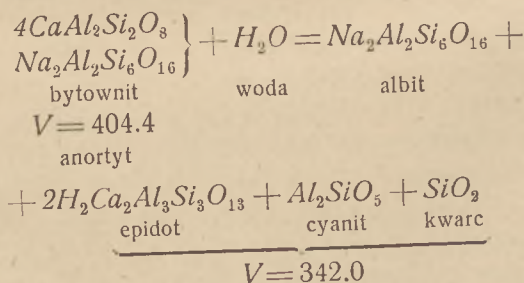
W pasie dolnym panuje już ciśnienie bardziej hydrostatyczne. Działanie temperatury przemaga nad wpływami ciśnienia. Reakcje natury endotermicznej. Hydroksylu mało lub brak zupełnie. Najbardziej rozpowszechnionymi minerałami są tu: biotyt, augit, oliwin, sylimanit, spinel, kordjeryt, granat, ortoklaz, plagioklasy i t. p. Skały tego pasa posiadają budowę po części już ziarnistą: są to gnejsy biotytowe i augitowe, granulity, eklogity i t. p.

Niektóre minerały występują we wszystkich trzech sferach, a mianowicie: kwarc, kalcyt, granat i biotył.

Porównyując przeobrażenia w głębi ziemi z procesami wietrzenia na jej powierzchni, widzimy przede wszystkim rzecz bardzo znamioną: jest to brak kaolinu wśród produktów metamorfozy głębinowej. Skalenie rozpadają się raczej na swe prymitywy, np. ortoklaz zamienia się na mikropertył lub hydratyzuje się na serycyt, plągjoklasy rozpadają się na albit i epidot, nigdy zaś nie dają początku tak pospolitemu na powierzchni kaolinowi. Odpowiednikami kaolinu są w łupkach krystalicznych minerały takie, jak cyanit, sylimanit, andaluzyt. Mogą one powstawać z kaolinu w strefie drugiej przez jego dehydratyzację i rozkład w myśl równania:



Analogicznie rozpadać się może plągjoklaz na albit, epidot, cyanit i kwarc:



Do minerałów, charakteryzujących łupki krystaliczne, prócz wymienionego cyanitu i jego krewniaków, oraz prócz kosmopolitycznego kwarcu i kalcytu, należą jeszcze następujące: tremolit, aktynot, antofilit, nefryt, jadeit i glaukofan (z grupy piroksenów i amfiboli), tudzież serycyt, epidot, granat, chloryt, serpentyn i talk. Trzeba jednak pamiętać i o tem, że minerały ostatnio wymienione, zwłaszcza chloryt, serycyt i serpentyn, mogą się także wytwarzać i w procesach wietrzenia powierzchniowego. W łupkach napotykamy je przeważnie w strefie górnej.

Streszczona powyżej teoria metamorfizmu usiłuje ująć to zjawisko z punktu widzenia fizyczno-chemicznego. Ma ona licznych zwolenników w Ameryce (van Hise) i Europa (F. Becke, Grubenmann). Ma jednak i przeciwników. W Niemczech mianowicie wystąpił z własnym na metamorfizm poglądem E. Weinschenk. Opierając się na swych studjach alpejskich, stara się on dowieść, że metamorfizm nie różni się w istocie od zjawisk kontaktowych. Płaszcz gnejsów, łupków mikowych i filitów, otulający masyw Alp granitowych, jest według Weinschenska, wynikiem oddziaływania kontaktowego magmy granitowej na osady, w które się ona wdarła. Budowa łupkowata gnejsów ma być wynikiem krystalizacji magmy granitowej pod ciśnieniem (piezokrystalizacja) i w ruchu, powodującym powstawanie jakby budowy fluidalnej. Łupki mikowe i fility uważa Weinschenk za pasy kontaktowe (wewnętrzny i zewnętrzny), powstałe pod wpływem intruzji granitowej i na skutek „procesów powulkanicznych“, polegających na wydzielaniu się gazów, wód termalnych i t. p. Pogląd Weinschenska grzeszy pewną wyłączością i nie może mieć szerszego zastosowania już z tego tylko powodu, że znamy liczne objawy metamorfizmu skał, leżących poza obrębem działania ośrodków wulkanicznych, jakkolwiek przyznać należy, że istnieją niezaprzeczone analogje w skutkach pomiędzy metamorfizmem ogólnym, regionalnym, a bardziej lokalnymi objawami kontaktu pirogenicznego.

Skład chemiczny łupków krystalicznych nosi na sobie znamiona składu tych skał pierwotnych, z których one pochodzą. Rosenbusch zaproponował, aby pochodne metamorficzne skał ogniowych odróżniać zapomocą przystawki „orto“, pochodne zaś skał osadowych — zapomocą przystawki „para“. Mówimy zatem o ortognejsach i paragnejsach. Ortognejsy w porównaniu z granitami różnią się nieco większą zawartością H_2O i CO_2 , mniejszą zaś — alkaliów. Paragnejsy odznaczają się pewną przewagą tego pierwiastka (tlenku), który dominował w osadzie pierwotnym, np. SiO_2 w piaskowcach, CaO w marglach, Al_2O_3 w iłach i t. p. Skład chemiczny skały metamorficznej rzuca zatem odrazu światło na jej pochodzenie.

Co się tyczy budowy skał przeobrażonych, to jest ona tak

znamienna i w tak dobitny sposób dokumentująca ich pochodzenie, że musimy tu ją rozpatrzeć nieco szczegółowiej. Przeważnie odróżniamy budowę makroskopową, czyli teksturę, od budowy mikroskopowej, czyli struktury. Tekstura łupków krystalicznych odznacza się, jak już wiemy, równoległym ułożeniem elementów zwłaszcza blaszkowatych i pręcikowatych. Typowy np. łupek mikowy składa się ze zgodnie ułożonych łusek biotyту lub muskowitu, które otulają leżące między niemi ziarna kwarcu lub innych minerałów nieblaszkowatych. Łupek dzieli się skutkiem tego na tabliczki równoległe, których powierzchnie pokryte są płatkami jednego tylko zwykle minerału, np. biotyту. Poza teksturą łupkową odróżniamy jeszcze tekstury: soczewkowatą, pasiastą, włóknistą i t. p., których nazwy mówią same za siebie. Łupki mocno sfałdowane oprócz łupkowości właściwej, równoległej do ułożenia składników blaszkowatych, posiadają jeszcze niekiedy łupkowość wtórną, poprzeczną lub ukośną do pierwszej, czyli t. zw. z francuska *clivage*, będący odpowiednikiem „ciosu“ skał niełupkowatych.

O wiele rozmaitsza i złożęnsza bywa struktura łupków krystalicznych. Jest ona poniekąd antytezą budowy skał ogniowych. Swoiste warunki krystalizacji w stanie mniej lub więcej stałym i pod wysokimi ciśnieniami sprawiają, że składniki łupków krystalicznych bywają najczęściej źle wykształcone (ksenomorficzne), gdyż narastanie ich odbywało się na minerałach, które już przedtem istniały. Jeżeli rozwijają się — pomimo to — niekiedy ściany krystaliczne, to odznaczają się one najprostszymi wskaźnikami i największą gęstością retykularną, tak, iż na mice, chlorycie, cyanicie rozwijają się tylko ściany podstawowe, na amfibolach — pryzmatyczne i t. p. Następnie struktura skał przeobrażonych odznacza się brakiem jakiegokolwiek określonego porządku krystalizacji, który w tak wybitny sposób znamionował skały ogniowe. Tu wszystkie składniki, ulegając zmieniającym się warunkom fizycznym, musiały zestalać się, a właściwie przestaczać jednocześnie. Wobec tego powstają częste przerosty wzajemne składników, czyli wytwarzają się t. zw. budowy pojokilityczne (przetakowe). Atoli obserwacje pouczają, że niektóre składniki łupków krystalicznych występują niekiedy także w kryształach idjomorficznych,

jak np. granat, epidot, cyanit, turmalin, tytanit, rutil, magnetyt i t. p. Tłumaczy się to ich wyjątkową zdolnością krystalizacji i siłą tej krystalizacji, która sprawia, że mogą one narastać, rozpierając się niejako wśród swego najbliższego otoczenia. Wytwarza się skutkiem tego *sui generis* budowa pseudoporfirowa. Ale jej „prakryształy“ bynajmniej nie są starsze od otoczenia, jak w skałach wylewnych, lecz, przeciwnie, są albo młodsze, albo współczesne. Otaczająca masa składników drobniejszych tworzy w nich inkluzje, a smugi pyłu, np. węglowego, z masy otaczającej przechodzą bezpośrednio do „prakryształów“.

Wobec tak niezwykłych i swoistych właściwości struktury skał metamorficznych F. Becke wypracował dla nich osobne słownictwo, nazywając poszczególne składniki—blastami. Odróżnia on mianowicie ksenoblasty i idioblasty, budowy zaś dzieli na dwie duże grupy: homeoblastyczne (o składnikach równej wielkości) i heteroblastyczne (o składnikach różnej wielkości). Do struktur pierwszej grupy należą: struktura granoblastyczna (ziarnista), lepidoblastyczna (łuskowata), nematoblastyczna (włóknista), pojkioblastyczna (przetakowa, osobniki mniejsze tkwią w większych), diablastyczna (igiełkowata, zawikłanie włóknista). Druga grupa obejmuje tylko jedną strukturę, a mianowicie: porfiroblastyczną. Bardzo charakterystyczne dla skał przeobrażonych są dalej t. zw. budowy reliktowe, w których ocalały jeszcze resztki skał dawnych (pozostałe ze stadjum przedmetamorficznego). Do takich zaliczamy np. strukturę blasto-granitową, blasto-porfirową i t. d., a także—blasto-psefitową, blasto-psamitową, blasto-pelitową i t. d. Nazwy te mówią same za siebie i nie wymagają specjalnego wyjaśnienia.

Rozpowszechnienie gnejsów i łupków krystalicznych jest olbrzymie. Jak już nadmienialiśmy, leżą one w spągu najstarszych osadów normalnych, algonkjanu i prekambru. W Europie stanowią istotne i prastare części składowe płyty Wołyńsko-ukraińskiej, rozpościerającej się od Dniestru, Korczyka i Słuczy aż do morza Azowskiego, tarczy Finlandzko-skandynawskiej, łańcucha Alpejsko-karpackiego, gór Kruszcowych i masy Czeskiej, plateau centralnego Francji, gór Pirenejskich i t. p. W Alpach tworzą płaszcz, otulający trzony centralne granitu — protoginu;

w masach i płytach krystalicznych stanowią wraz z granitami intruzyjnymi jakby pancerz potężny, opierający się skutecznie nowszym ruchom górotwórczym i normujący przebieg młodszych łańcuchów alpejskich. Formą najbardziej typową występowania skał przeobrażonych są potężne ławice i warstwy podzielone zwykle szczelinami ciosowymi na bloki równoległościenne. Bardzo charakterystyczną osobliwością terenów gnejsowo-łupkowych są dalej liczne soczewki i wtrącenia skał metamorficznych ziarnistych, jak marmury, kwarcyty, amfibolity, eklogity oraz rudy żelazne. Wogóle obfitość złóż kruszcowych w starych i mocno zmetamorfizowanych górach gnejsowych jest niejako miarą geologiczną długotrwałości i pradawności tych procesów fizyczno-chemicznych, w których wyniku przetwarzają się związki litosfery i koncentrują się niektóre rzadsze jej pierwiastki.

Na zakończenie tego rozdziału musimy jeszcze omówić kwestję systematyki skał metamorficznych. Dążeniem każdej klasyfikacji geologicznej jest uszeregowanie i uporządkowanie obiektów geologicznych zgodnie z ich genezą i podług naturalnego ich pokrewieństwa. Ponieważ pochodzenie łupków krystalicznych w dzisiejszym stanie wiedzy niezawsze daje się rozwikłać z całą pewnością, przeto już z tego tylko względu systematyka ściśle genetyczna nie wszędzie da się konsekwentnie przeprowadzić i uzasadnić.

Autor znanego podręcznika o łupkach krystalicznych, Grubenmann, dzieli całokształt skał metamorficznych, zależnie od ich batymetrycznego położenia w litosferze, na 3 szeregi (porówn. wyżej, str. 217): górny („epi-“) środkowy („mezo-“) i dolny („kata-“). Odróżnia więc np. katagnejsy, mezognejsy i epignejsy. Każdy z tych szeregów skał dzieli następnie na 12 grup wedle ich składu mineralnego, tak, iż otrzymuje aż 36 grup łupków krystalicznych, których skład chemiczny usiłuje ująć ilościowo za pomocą znanych nam „liczb projekcyjnych“ Osanna (porówn. str. 155). Klasyfikacja ta opiera się zatem na dwu zasadach: genetycznej i mineralogiczno-chemicznej. Pomimo swej formalnej poprawności, razi ona jednak swą sztuczną i dowolną. Przedewszystkiem podział na 3 szeregi poziomowe jest zupełnie

dowolny i nie da się do wszystkich grup konsekwentnie zastosować. Niektórzy badacze (np. F. Becke) postępują zatem przeczorniej, dzieląc skały przeobrażone tylko na dwie serje, górną i dolną. Rzecz naturalna, poprowadzenie granicy nawet między dwiema serjami będzie również mniej lub więcej dowolne i subiektywne, gdyż obie serje przechodzą jedna w drugą w sposób stopniowy. Uderza również niewspółmierność grup wystawionych przez Grubenmanna. Obok gnejsów ortoklazowych lub albitowych, obok łupków biotytowych lub serycytowych figurują, jako ogniwa samodzielne i współrzędne, tak nikłe geologicznie grupy, jak np. itabiryty, jak skała szmirglowa lub jadeitowa, i t. p.

Wobec tego wydaje się nam o wiele stosowniejszy w chwili obecnej podział H. Rosenbuscha, który przyjmuje trzy główne działy skał metamorficznych: gnejsy, łupki i syngenetyczne wtrącenia, do których my dodać jeszcze musimy czwarty, a mianowicie fility, czyli łupki ilasto-serycytowe. Rosenbusch ostatnią kategorię zalicza jeszcze do skał osadowych, zdaniem naszym, niesłusznie, gdyż właśnie w filitach proces metamorfizacji wyraża się może najdosadniej i daje się chwycić niejako *in statu nascendi*. W następstwie postaramy się przeto podać najogólniejszą charakterystykę wszystkich czterech wymienionych działów skał metamorficznych.

Gnejsy wraz z *granulitami* stanowią potężną serję skał prastarych, „pierworodnych“, tworzących, jak wiemy już, wielkie płyty krystaliczne, i otulających (wraz z właściwymi łupkami) jądra granitowe gór alpejskich. Leżą one zwykle w najniższych poziomach zmetamorfizowanych. Budowa ich ma cechy przejściowe między ziarnistą a łupkowatą. Niekiedy ziarnistość gnejsów posunięta bywa tak daleko, że zewnątrznie przypominają one bardzo żywo granity: nazywamy je wówczas granitognejsami. Podobieństwo to jest tem większe, że i skład mineralny gnejsów — w ujęciu stereotypowym: kwarc, skaień, biotyt — niczem się nie różni od składu granitu. Różnica strukturalna polega głównie na równoległym ułożeniu biotyту, na braku wyraźnej kolejności krystalizacji poszczególnych składników, na ich ksenomorfizmie oraz mocnych zwykle objawach kataklazy.

Granulity różnią się od gnejsów tem, że zamiast biotyту zawierają granat, przez co ich „ziarnistość“ staje się jeszcze wybitniejsza. Podział gnejsów na rodzaje zasada się głównie na charakterze minerału femicznego. A więc odróżniamy gnejsy biotytowe, czyli właściwe, amfibolowe, piroksenowe i t. d. Do minerałów charakterystycznych w gnejsach należą: epidot, ortyt, turmalin, tytanit, sylimanit, granat, kordjeryt, grafit i inne. Pod względem składu chemicznego jedne gnejsy zbliżają się do granitów, diorytów, syenitów i t. d., inne — do skał osadowych. Te ostatnie (paragnejsy Rosenbuscha) przypominają albo łupki ilaste (obfitość Al_2O_3 , przewaga MgO nad CaO , przewaga K_2O nad Na_2O), albo margle (obfitość CaO), albo wreszcie — piaskowce (predominancja SiO_2).

Serja *właściwych łupków krystalicznych* czyli łupków mikowych, chlorytowych i talkowych, różni się dosadnie od serji gnejsowej swoją teksturą wybitnie równoległą łupkową, pozbawioną zwykle wszelkich oznak ziarnistości. Z punktu widzenia mineralogicznego, łupki krystaliczne tworzą kombinację minerału blaszkowatego (miki, chlorytu, talku) z kwarcem lub minerałami charakterystycznymi. Obfitość i przewaga minerału blaszkowatego sprawia, że skały przeobrażone tej kategorii odznaczają się niezwykle łatwą podzielnością w płaszczyźnie ułożenia blaszek, łupiąc się pod uderzeniem młotka na tafelki równoległościenne. Serja łupkowa leży zwykle w górnych lub środkowych poziomach metamorficznych między gnejsami a filitami. Najpospolitszą skałą tej serji jest, bez wątpienia, łupek biotytowy, który ogniwami przejściowemi wiąże się z gnejssem biotytowym. Słownictwo rodzajowe łupków zależy nietylko od przeważającego minerału blaszkowego, ale także od minerałów charakterystycznych, które zwykle występują w formie idioblastów i porfiroblastów. Mamy więc np. łupek mikowo-granatowy, mikowo-andaluzytowy, mikowocyanitowy, mikowo-epidotowy i t. d.; łupek chlorytowo-magnetytowy, chlorytowo-aktynolitowy, talkowo-aktynolitowy i t. d. W łupkach chlorytowych i talkowych występują, obok krzemionów i tlenków charakterystycznych, także węglany, jak dolomit, magnezyt i t. p. Pod względem chemicznym łupki biotytowe odpowiadają najczęściej osadom pelitowo-ilastym lub psamito-

wym; łupki chlorytowe i talkowe natomiast ujawniają niekiedy wyraźne podobieństwo także do skał ogniwych, jak diabaz, gabra i t. p.

Wśród gnejsów i właściwych łupków krystalicznych występują bardzo często wtrącenia zgodne i syngenetyczne skał niekiedy zupełnie ziarnistych, które, rozpatrywane w oderwanym kawałku, nie ujawniają, zdawałoby się, żadnego z tamtymi pokrewieństwa. Jeżeli je jednak zaliczamy do „łupków krystalicznych“, to tylko na podstawie ich zgodnego a podrzędnego wśród skał metamorficznych występowania. Forma tych wtrąceń bywa najczęściej soczewkowata. Skład mineralny — bardzo rozmaity. Do najpospolitszych wtrąceń należą: amfibolity, będące ziarnistą mieszaniną skalenia (plagjoklazu) z amfibolem i stale towarzyszące gnejsom biotytowym i łupkom mikowym; dalej eklogity, czyli ziarniste kombinacje granatu z amfibolem lub piroksenem; wreszcie prawapienie, o których wspominaliśmy już wyżej (str. 205). Eklogity należą do najpiękniejszych skał metamorficznych: różowe idioblasty granatu kombinują się w nich z trawiasto-zielonym omfacytem (piroksenem) lub porowo-zielonym szmaragdytem (amfibolem), przerastającymi się pojkilitycznie. A co się tyczy prawapieni, to są one — poza przeważającym kalcytem — prawdziwą kopalnią charakterystycznych krzemianów wapiennych, jak diopsyd, epidot, granat, tytanit, skapolit, wollastonit... Są to typowe minerały kontaktowe, i dlatego prawapienie pod względem składu mineralnego niczem się nie różnią od utworów wapienno-kontaktowych. Jeżeli ilość kalcytu w prawapieniach zmniejsza się na rzecz krzemianów, to mogą powstawać wtrącenia, złożone z przeważających krzemianów wapiennych, które wówczas otrzymują nazwy skały epidotowej, granatowej, skapolitowej, wollastonitowej i t. p. Do znacznie rzadszych wtrąceń wśród skał metamorficznych łupkowych należą agregaty ziarniste, złożone przeważnie z tlenków, jak kwarcyt, rudy żelazne (hematyt), szmirgiel (korund).

Najbardziej zewnętrzną serję skał przeobrażonych stanowią t. zw. fility, przechodzące stopniowo już w mniej lub więcej „normalne“ prałupki ilaste. Barwa ich bywa najczęściej zielonkawa lub niebieskawo-szara, popielata a niekiedy czerwona.

Równolegle do łupkowatości posiadają połysk jedwabisty, pochodzący od subtelných łuseczek serycytu (stąd nazwa filit od fillon—liść). Mineralogicznie składają się z kwarcu i serycytu, a także chlorytu, rutylu, turmalinu i t. d. Granat i inne minerały charakterystyczne występują w formie porfiroblastów. Prócz właściwych filitów serycytowych, znamy jeszcze fility wapienne (z kalcytem), granatowe, albitowe i t. p. Skład chemiczny filitów wskazuje ich pochodzenie albo z pelitów ilasto-marglistych, albo też — z psamitów. Jakkolwiek fility stanowią górną pokrywę gnejsów i łupków mikowych (Góry Kruszcowe, Las Bawarski), to znane są one i z innych formacyj. A więc w Alpach zaliczamy je do osadów prekambryjskich, w Ardenach—do kambryjskich, w Norwegii—do sylurskich, w Styrii—do karbońskich. Jako przykład „młodych“ łupków krystalicznych, znane są fility także jurajskie (Alpy, Val Canaria). Widzimy więc, że fility tworzą jakby ogniwa, łączące najstarsze formacje azoiczne z typowymi osadami skamieniałościami.

Łupki krystaliczne i wysnuta z nich teoria metamorfizmu pouczają w sposób wymowny, jak potężnym czynnikiem petrogeny jest *czas geologiczny*. Wszystkie poznane przez nas procesy stawania się i przeobrażania się skał są procesami ciągłymi. I jakkolwiek przebieg reakcyj minerogenicznych regulowany jest przez dwa główne parametry fizyczne—temperaturę i ciśnienie—to jednak efektywny ilościowy ich wynik jest bezpośrednio i funkcjonalnie zależny od geologicznego czasu ich trwania. Ten moment kardynalny należy zawsze mieć na uwadze przy roztrząsaniu zagadnień geologiczno-genetycznych.

6. PETROGRAFJA FIZYCZNO-CHEMICZNA.

Zagadnieniami teoretycznymi z zakresu genezy skał, w obszernem tego słowa znaczeniu, zajmuje się osobna gałąź petrografji, zwana zwykle *litologją*. Niektóre z tych zagadnień dojrzały już do fizyczno-chemicznego ich traktowania, jak krystalizacja magmy lub powstawanie złóż solnych, inne — obracają się w ramach empiryzmu geologicznego, jak np. kwestja dyferencjacji magmatycznej, różności skał i t. p. Wszystkie tego rodzaju zagadnienia tyczą się przedewszystkiem skał ogniowych,

których skład mineralny i chemiczny posiada niewątpliwie znamiona pewnej stałości i regularności w przeciwstawieniu do skał mechaniczno-osadowych, stanowiących zespoły mineralne mniej lub więcej przypadkowe.

Geneza skał pochodzenia ogniowego zajmowała umysł przyrodników już oddawna. Koło tego zagadnienia toczyła się głównie głośna walka neptunistów i plutonistów z końca 18-go wieku. Dla rozwoju pojęć petrogenetycznych miała ona tak kapitalne znaczenie, że musimy ją tu czytelnikowi przynajmniej w kilku przypomnieć słowach. Chodziło głównie o genezę bazaltów i granitów, jako najbardziej rozpowszechnionych skał krystalicznych. Jakkolwiek już wówczas nikt nie wątpił o pochodzeniu ogniewem law, wyrzucanych przez czynne wulkany, to jednak bazalty, występujące w zgodnych pokładach wśród skał osadowych (trzeciorzędowych), i granity, leżące w spagu całej serji osadowej, były dla neptunistów, z Wernerem na czele, osadami morskimi, tak, jak były niemi obok leżące piaskowce lub łołupki. Rzecz ciekawa, współczesny Wernerowi geolog angielski, Hutton, również na podstawie spostrzeżeń, poczynionych nad występowaniem skał krystalicznych wśród osadów karbońskich Szkocji, doszedł do poglądu zgoła odmiennego, uważając je za wynik intruzji mas ogniowych, które wdarły się w skały osadowe. Pogląd ten oparł zupełnie słusznie na formie mas krystalicznych i na ich stosunku przestrzennym do warstw osadowych, a dalej — na tych przeobrażeniach charakterystycznych, które występują w płaszczyznach zetknięcia się (dziś mówimy: kontaktu) obu utworów. Te dwa rozbieżne poglądy „szkoły neptunistów“ (Wenera) i „szkoły plutonistów“ (Huttona) oraz powstała na ich tle, a z niezwykłą animozją prowadzona walka została rozstrzygnięta dopiero przez wiekopomne doświadczenia J. Halla (1805), który, topiąc w hucie szklanej szkockie bazalty i diabazy, a następnie powolnie je studząc, otrzymywał z powrotem masy krystaliczne podobne do przyrodzonych. Tym sposobem powstał pierwszy eksperymentalny dowód słuszności poglądu plutonistów. Nawiasem mówiąc, tenże Hall zdołał po wielu usiłowaniach skryształizować krede, zapoczątkowując tem samem doświadczalną podstawę teorii metamorfizmu ogniowego,

podobnie jak w kilkadziesiąt lat później A. Daubrée (1849 — 1875), poddając szkło działaniu przegrzanej wody i zmuszając je do krystalizacji na kwarc, diopsyd i inne ciała, stworzył podstawę doświadczalną teorii metamorfizmu hydrotermalnego.

Z chwilą zastosowania mikroskopu do badań petrograficznych zostały na nowo podjęte także i doświadczenia petrogenetyczne. Rozpoczęli je przede wszystkim dwaj badacze francuscy, F. Fouqué i A. Michel-Lévy (1878 - 1882), twórcy mineralogji mikroskopowej we Francji. Tym razem chodziło już nie tylko o sam fakt krystalizacji stopów krzemianowych, lecz także o szczegóły tej krystalizacji i o porównanie ich z tym nowym światem fizjografji skał ogniowych, który został odkryty przez mikroskop mineralogiczny. Metoda, której użyli Fouqué i Michel-Lévy, polegała na topieniu w tyglu platynowym sztucznie skomponowanych mieszanin i na powolnem ich studzeniu w temperaturach odpowiednio dobranych a stopniowo obniżanych. Otrzymane przez nich stopy wykazały — w sposób wówczas zupełnie nieoczekiwany — duże podobieństwo do niektórych skał ogniowych tak pod względem składu mineralnego, jak i mikrostruktury składników poszczególnych. I porządek krystalizacji stopów sztucznych odpowiadał mniej więcej stosunkom poznawanym w skałach naturalnych. Tą drogą został po raz pierwszy otrzymany „sztuczny“ bazalt, złożony z oliwinu, labradoru, augitu i magnetytu oraz małej ilości szkła, sklejjącego, jak w skałach naturalnych, minerały wcześniej ze stopu wyłonię. Podobnie badacze francuscy odtworzyli bazalt leucytowy (tefryt) i doleryt (diabaz) o budowie ofitowej. Wielkość poszczególnych kryształów sięgała niekiedy do 0.5 mm (oliwin). Doświadczenia te dowiodły ponad wszelką wątpliwość, że mieszaniny, odpowiadające składem swoim skałom zasadowym (bez kwarcu i skaleń alkalicznych), krystalizują się w warunkach pracownianych naogół łatwo i dają produkty podobne do odpowiednich utworów naturalnych. Samo rozumie się przez się, że o zupełnej identyczności nie mogło tu być mowy, raz dla tego, że w pracowniach naukowych operuje się małemi masami (kilku lub kilkunastu gr), a powtóre dlatego, że czas krystalizacji ogranicza się do kilku lub kilkunastu godzin, a wreszcie i dlatego, że wspomniane powyżej stopy

sztuczne były „suche“, t. j. pozbawione pary wodnej i innych gazów, obecnych niewątpliwie w magmach naturalnych. Ta szczupłość i niedostateczność środków laboratoryjnych wpływała ujemnie przede wszystkim na niezupełność krystalizacji i drobne wymiary wydzielających się ze stopu składników. Ale to były braki natury raczej tylko jakościowej. Zasadniczy brak metody, użytej przez Fouqué'go i Michel-Lévy'ego, polegał na czem innym: nie dała się ona, mianowicie, zastosować do reprodukcji skał „kwaśnych“, zawierających kwarc, ortoklaz i inne towarzyszące im minerały. Wszystkie usiłowania i próby, podejmowane w tym kierunku, zawodziły. Wychodząc z założenia, że główna przyczyna tych niepowodzeń tkwi w nieobecności składników lotnych, a przede wszystkim wody („agents minéralisateurs“), uczeni francuscy spróbowali stopić granit i poddać go ponownej krystalizacji w obecności pary wodnej. Eksperyment udał się tylko częściowo, gdyż w otrzymanym stopie powstały zaledwie drobne kryształki sanidynu i biotyту, lecz nie — kwarcu. Sprawa pozostała zatem nierozstrzygnięta.

Nie wyjaśniły jej również i doświadczenia Le Chateliera (1891), który topił pod ciśnieniem 5.000 atmosfer sproszkowany pegmatyt, usiłując go następnie skryształizować, ale w rezultacie otrzymywał tylko szkliwo. Piszący te słowa podjął na nowo sprawę syntezy skał ogniowych (1897). Starał się on rozszerzyć przede wszystkim ilościowo warunki eksperymentowania, używając do topienia dużych stosunkowo mas (do 30—50 kg) i rozciągając czas ich stygnięcia niekiedy do kilku tygodni. Wyniki w wielu razach odpowiadały oczekiwaniom: stopy bywały niekiedy całkowicie skryształizowane, a wielkość niektórych składników (skaleni, piroksenów i innych) przekraczała 1.5 mm. To umożliwiło ich izolację ze stopu, a następnie analizę chemiczną minerałów syntetycznie otrzymanych. Skład ich nie różnił się od składu odpowiednich minerałów skałotwórczych. Szereg syntez petrogenetycznych został tym sposobem uzupełniony nie tylko pod względem ilościowym, ale także — jakościowym. Otrzymane mianowicie zostały — poza pospolitemi — także kombinacje rzadsze, jak bazalt nefelinowy, bazalt hauynowy, melilitowy i t. p. W wielu stopach, „przesyconych gliną“, wydzielily się piękne kryształy korundu,

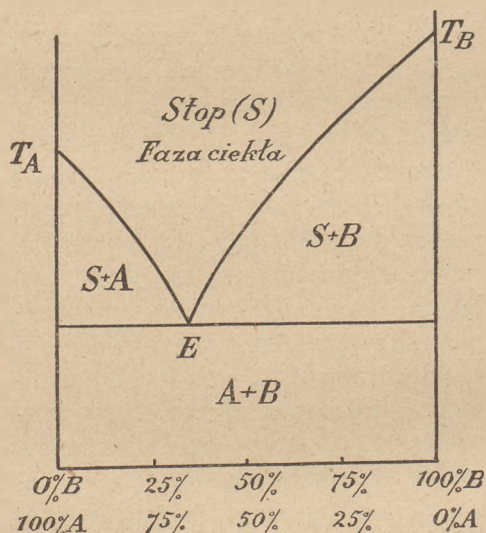
spinelu, sylimanitu, kordjerytu... jako najpierwsze w czasie produkty krystalizacji. Ale były to kombinacje, odpowiadające skałom zasadowym lub pośrednim. Co do mieszanin „kwaśnych“, to ponownie trzeba było skonstatować ich dziwną inercję krystalizacyjną. Po wielu usiłowaniach dopiero dodanie do mieszaniny, odpowiadającej liparytowi, 1% kwasu wolframowego i parutygodniowe ogrzewanie stopu w temperaturze obniżonej wywołało krystalizację kwarcu, biotyту i sanidynu, krystalizację, co prawda, niekompletną, bo przeważna część stopu pozostała pomimo to szklistą. W każdym razie był to pewien krok naprzód, albowiem zagadkowa kombinacja 3 minerałów granitowych (kwarc, skałen potasowy i biotyt) została wreszcie otrzymana w jednym i tym samym stopie sztucznym. Niewątpliwie, dodatek kwasu wolframowego odegrał tu rolę katalizatora, bez którego „czysty“ stop granitowy nie jest skłonny do krystalizacji. Pomimo tego, zdawałoby się, pozytywnego wyniku, sprawa krystalizacji magm kwaśnych stanowi do dziś jeszcze problemat otwarty, a przed badaniem jej doświadczałem piętrzą się niepokonane dotychczas trudności. Zwłaszcza jeśli się zważy, jak stosunkowo łatwo i dokładnie dają się odtwarzać skały zasadowe i jak niedostateczne są wyniki badań nad zestalaniem się skał kwaśnych, to niepodobna oprzeć się przypuszczeniu, że na krystalizację magm granitowych muszą wpływać w wysokim stopniu nietylko katalizatory (para wodna i inne gazy), ale nadewszystko tak potężne czynniki geologiczne, jak czas i ciśnienie.

Mniej więcej od początku bieżącego stulecia rozpoczął się trzeci okres rozwoju petrogenезy, okres fizyczno-chemiczny, w którym postawiono sobie za cel główny przedewszystkiem zastosowanie do petrografji praw, które zostały przyjęte przez chemję fizyczną dla teorii roztworów wogóle. Magma jest roztworem złożonym z wielu składników. W stadjum krystalizacji stanowi ona układ heterogeniczny, którego prawa równowagi należało znaleźć eksperymentalnie. Poczęto więc badać dokładnie punkty topliwości minerałów skałotwórczych, ich stan termiczny, punkty przejść rozmaitych modyfikacyj heteromorficznych i inne momenty, o których była już mowa we Wstępie do mineralogji

(5, str. 42). Dla petrogenetyki szczególniejszą doniosłość posiadają zagadnienia, dotyczące się kolejności zestalania się poszczególnych komponentów magmy. Reguły empiryczne, wysnute na podstawie spostrzeżeń mikroskopowych (porówn. 3, str. 149) nie mają charakteru ogólnego i nie objaśniają przyczyny zjawiska. By tę przyczynę znaleźć, trzeba było obrać drogę badawczo-indukcyjną, zaczynając od układów możliwie prostych. Liczni badacze poczęli studjować doświadczalnie układy dwuskładnikowe, usiłując oznaczyć ich stan termiczny w zależności od koncentracji i temperatury. Wykreślono diagramy wielu par krzemianów skałotwórczych. Przekonano się, że krzywe krystalizacji dwu krzemianów (nie dających kryształów mieszanych) niczem nie różnią się od krzywej krzepnięcia dwu metali, wykazując charakterystyczną depresję w pewnym punkcie, który nazwano punktem eutektycznym. Mieszanina, punktowi temu odpowiadająca, topi się w temperaturze najniższej dla pary ciał danych. Powyżej przytoczyliśmy (Wstęp do mineralogji, 5, str. 47) szereg przykładów eutektyzmu wśród krzemianów skałotwórczych. Z ustalonej doświadczalnie krzywej krzepnięcia dwu składników odczytuje się bezpośrednio przebieg krystalizacji każdej dowolnej ich mieszaniny. Wedle Meyerhoffera i Vogta, schematyczny przebieg krystalizacji układu dwuskładnikowego jest następujący. Ze stopu jednorodnego, w miarę jego oziębiania się, krystalizuje się naprzód ten składnik, którego ilość w mieszaninie początkowej jest większa od przewidzianej w stosunku eutektycznym, poczem dopiero zaczyna się krystalizacja mieszaniny eutektycznej, t. j. obu składników jednocześnie i trwa aż do zupełnego zakrzepnięcia stopu (porówn. schemat, fig. 2, str. 232). Oto przykład konkretny. Wollastonit ($CaSiO_3$) i diopsyd ($CaMgSi_2O_6$) topią się w temperaturach: pierwszy 1510° , drugi 1381° (Allen i White). Mieszanina eutektyczna przypada na 30% mol. wollastonitu i 70 diopsydu, a topi się w t. 1348° . Jeżeli tedy stop początkowy zawiera ponad 30% $CaSiO_3$, to krystalizacja jego zaczyna się od wydzielania się kryształów wollastonitu i trwa aż do chwili, w której skład fazy ciekłej zbliży się do eutektyku i w której wollastonit i diopsyd będą zatem zestalać się razem. Odwrotnie, krystalizacja diopsydu zacznie się pierwiej wtedy, kiedy stop początkowy zawierać będzie

poniżej 30% CaCO_3 , wówczas bowiem pierwszy znacznie wydzielać się diopsyd. Pomijając różnice ilościowe, zachodzące w poglądach rozmaitych badaczy, co do położenia punktu eutektycznego poznanych dotychczas układów dwuskładnikowych, możemy jednak

Fig 2 .



- T_A - punkt topliwości ciała A
 T_B - " " " " B
 E - " " " " eutektyku.
 S - zakres istnienia stopu (fazy ciekłej).
 $S+A$ - " " " " krystalizacji A stopu.
 $S+B$ - " " " " " " B " " " " .
 $A+B$ - krystalizacja mieszaniny eutektycznej.

uważać za rzecz pewną, że teoria eutektyczna wyjaśnia nam dostatecznie przyczynę chwiejności porządku krystalizacji. Jak widzimy, zależy ona od stosunku ilościowego obu składników, co zgadza się także i z obserwacjami empirycznymi.

Stopy eutektyczne poza swą koncentracją, stałą dla każdej pary ciał, mają jeszcze inną ciekawą właściwość, a mianowicie swoistą budowę „eutektyczną“, poznaną na całym szeregu stopów metalicznych, stanowiących obiekt badań współczesnej metalografii. Budowa ta polega na wzajemnym przerastaniu się składników, krystalizujących się jednocześnie, jako miesz

szanina eutektyczna. Jest to moment bardzo doniosły, gdyż możemy się nim posługiwać jako sprawdzianem teorii eutektycznej w dziedzinie petrografii. Jak wiemy z praktyki, przenikanie się wzajemne dwu składników jest zjawiskiem dość często napotykanem w skałach ogniwych. Najpospolitszym i najważniejszym jego przykładem jest pegmatyt, będący przerostem ortoklazu i kwarcu, które musiały krystalizować się jednocześnie. Pegmatyt zatem, ze względu na jego budowę, możemy nazwać miesz

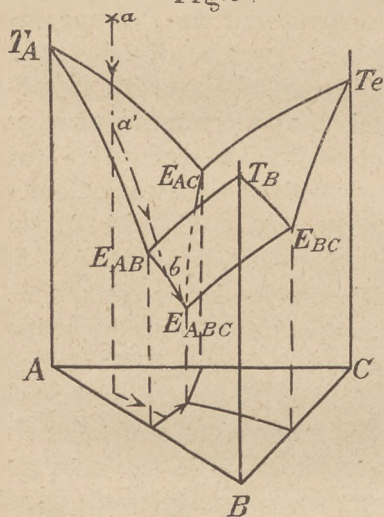
niną eutektyczną, tembardziej, że w niektórych granitach i porfirach stanowi on niewątpliwie ostatnie stadium krystalizacji. Chodzi tylko o to, czy ta mieszanina ma stały skład chemiczny, jak przystało na eutektyk? Ponieważ eksperymentowanie z parą ciał takich, jak kwarc i ortoklaz, nastęrcza dziś, jak wiemy, niepokonane trudności, przeto starano się pytanie to rozstrzygnąć na drodze statystycznej. J. H. L. Vogt z zebranych przez się analiz oblicza skład pegmatytu w przybliżeniu na 74% wag. skałenia (przeważnie ortoklazu) i 26% wag. kwarcu. Byłaby to zatem mieszanina eutektyczna układu dwuskładnikowego: kwarc—ortoklaz. Posuwając się o krok dalej, Vogt przerachował w podobny sposób skład ciasta skalnego porfirów kwarcowych i kwaśnych skał wylewnych, uważając je również za mieszaninę eutektyczną. Znalazł on liczby wahające się między 70 — 74 25% skałenia i między 25.75 — 30% kwarcu. Niektórzy badacze, jak P. Czirwinskij, idą jeszcze dalej, przypisując wszystkim wogóle granitom skład zbliżony do eutektycznego. Musimy jednak stwierdzić, że, z punktu widzenia stosunków realnych, a zwłaszcza mikrostruktury skał ogniowych, uogólnienie powyższe wydaje się nam nieco przedczesne. Stojąc na stanowisku strukturalnem, należy tu mianowicie podkreślić stosunkowo małe rozpowszechnienie budowy prawdziwie eutektycznej (pegmatytowej) wśród granitów i skał im pokrewnych. Z drugiej strony, nie ulega wątpliwości, że teoria eutektyczna ujmuje zjawiska krystalizacji skał ogniowych w sposób bardzo interesujący i głęboki.

Dla dalszego rozwoju petrografji fizyczno-chemicznej byłoby rzeczą wielkiej doniosłości zastosować do skał ogniowych schemat krystalizacji układów trójskładnikowych i — wieloskładnikowych. Co się tyczy układów trójskładnikowych, to poznano je dokładniej w metalografji. Wiadomo, że dodatek do aljażu dwu metali metalu trzeciego obniża punkt topliwości mieszaniny. Układ trójmetalowy posiada właściwy sobie eutektyk, który nazywamy eutektykiem troistym. W znanym przykładzie: bizmut — ołów — cyna, odpowiada on temperaturze 96°, gdy eutektyk dwoisty *Bi—Pb* odpowiada t. 127°, *Bi—Sn* — t. 133°, *Pb—Sn* — t. 182°; punkty zaś topliwości metali czystych wynoszą: *Bi* 268°, *Pb* 325°, *Sn* 232°. Jak z tego widać, eutektyk troisty leży o wiele poniżej

eutektyków dwoistych. Diagram układu trójskładnikowego jest trójwymiarowy i ma postać słupa trójgraniastego z trójkątem równobocznym w podstawie (porówn. fig. 3).

Na bokach trójkąta AB , BC i CA oznacza się koncentrację układu, osiami zaś temperatur są trzy linie prostopadłe, wychodzące z wierzchołków trójkąta ABC i stanowiące krawędzie pionowe słupa. Każdy z boków słupa stanowi sam w sobie schemat krystalizacji układu dwuskładnikowego z krzywami krystalizacji złamanymi w punktach eutektyków dwoistych. Eutektyk troisty leży wewnątrz słupa poniżej eutektyków dwoistych. Punkt eutektyku troistego łączy się zapomocą linii granicznych z punktami eutektyków dwoistych. Linje te są jednocześnie granicami równowagi komponentów. Diagram trójskładnikowy rozpada się przeto na pewną ilość pól trójwymiarowych oznaczających zakres istnienia danego składnika, których rzut na podstawę trójkąta da diagram dwuwymiarowy, ilustrujący stosunki równowagi w przekroju (Fig. 4). Przebieg krystalizacji układu troistego jest taki: na początku wydziela się tylko jeden ze składników (np. A), w miarę zaś obniżania się temperatury zestalają się jednocześnie dwa składniki (A i B), wreszcie — wszystkie trzy w postaci eutektyku troistego ($A - B - C$). Eksperymentowanie z 3 składnikami krzemianowymi nastęrcza w chwili obecnej jeszcze wiele niepokonyanych trud-

Fig. 3.



Schemat krystalizacji układu troistego:

T_A, T_B, T_C — punkty topliwości ciała ABC

E_{AB}, E_{BC}, E_{AC} — punkty — eutektyków dwoistych

$E_{ABC} \dots$ — punkt topliwości eutektyku troistego

$\alpha b - E_{ABC} \dots$ — przebieg krystalizacji w przypadku koncentracji α

—

—

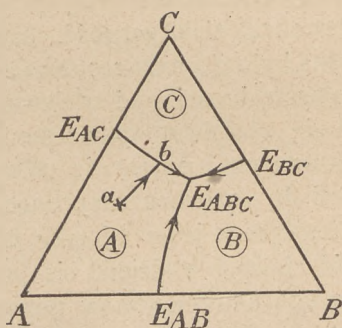
ności. Właściwie nie zgodzono się nawet na to, co należy uważać za składnik, czy znane nam powszechnie związki, jak np. metakrzemiany lub ortokrzemiany, czy też składające je tlenki. A nie jest to rzecz obojętna, bo układ dwuskładnikowy (np. $MgSiO_3 - CaSiO_3$) w interpretacji „tlenkowej“ musi zamienić się na trójskładnikowy ($MgO - CaO - SiO_2$), co jest źródłem nowych komplikacyj.

Pomimo to wielu badaczy, zwłaszcza szkoły amerykańskiej (Carnegie Institution), w myśl zasady: od prostego do złożonego — poświęciło niemało trudu i inwencji takim właśnie układom tlenkowym. Badania te, same przez się bardzo interesujące, nie mają jednak dotychczas bezpośredniego zastosowania do magm naturalnych. Atoli, zdaje się, jest to jedyna droga, która w miarę rozwoju techniki eksperymentalnej może doprowadzić stopniowo do dokładniejszego poznania stopów sztucznych.

Najważniejszym dotychczas wynikiem jest ten, że „jednoczesne“ wydzielanie ze stopu dwu związków możliwe jest tylko wtedy, kiedy ich pola istnienia mają wspólną granicę¹⁾. A więc korund (Al_2O_3) np. nie może istnieć obok kwarcu (SiO_2), sylimanit (Al_2SiO_5) — obok wollastonitu ($CaSiO_3$); natomiast możliwą jest parageneza kwarcu z sylimanitem, lub wollastonitu z anortytem ($CaAl_2Si_2O_8$), anortytu z korundem i spinelem ($MgAl_2O_4$) i t. d.

Proces krystalizacji magmy jest jednak zjawiskiem tak skomplikowanym, że niepodobna go dziś ująć w jednym schemacie lub objąć jedną regułą fizyczno-chemiczną. I jakkolwiek „teoria eutektyczna“ rzuciła nań dużo światła i dała nam pewien oderwany i bardzo ogólny jego obraz, to jednak liczne i ważne zagadnienia natury praktycznej, z problematem tym związane, będą

Fig 4 .



Przebieg krystalizacji układu trójstopowego.
Rzut poziomy diagramu trójwymiarowego (193)

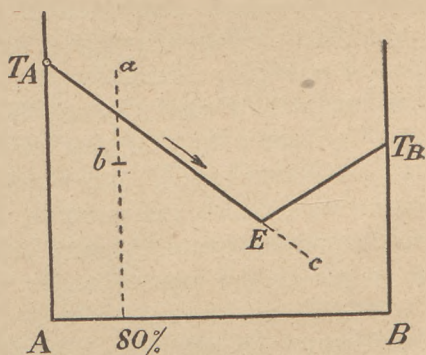
¹⁾ Boeke. Chem. - physik. Petrographie, str. 145.

mogły być wyjaśnione dopiero w przyszłości. Główna trudność polega tu na technice doświadczalnej i na małej jeszcze znajomości tego środowiska fizycznego, które nazywamy stopem krzemianowym. Trzeba przyznać, że w ostatnich paru dziesięcioleciach zrobiono i w tym kierunku pewien postęp. Wpływa to dodatnio na możliwość stosowania do roztworów ognistociekłych praw i doświadczeń, zdobytych w pokrewnych dziedzinach chemii fizycznej, w których eksperymentowanie jest bez porównania łatwiejsze. Tak np. z chwilą, kiedy przekonano się, że stopy krzemianowe przewodzą elektryczność, czyli, że są częściowo zdysocjowane, można było do nich zastosować prawo N e r n s t a o „obniżaniu się rozpuszczalności pod wpływem wspólnego jonu“. Prawo to dotyczy się właściwie roztworów wodnych nasyconych, częściowo zdysocjowanych i opiera się na stałości iloczynu koncentracji jonów. Jeżeli do roztworu nasyconego ciała *A* dodamy drugiego ciała *B*, zawierającego jeden z jonów, istniejących już w roztworze, to pewna część ciała *A* wydzielić się musi w stanie stałym, albowiem iloczyn koncentracji jonów pozostałych w roztworze musi być stały. Na tej podstawie z nasyconego roztworu np. soli kuchennej (o jonach *Na* i *Cl*) za dodaniem kwasu solnego (*H* i *Cl*), musi wydzielić się część soli w postaci krystalicznej. Niektórzy badacze stopów krzemianowych przypuszczają, że prawo Nernsta nie traci swej mocy i w roztworach magmatycznych. Roztwory te posiadają dużo wspólnych jonów, jak np. *Mg* w diopsydzie i oliwinie, *Na* — w nefelinie i albitcie i t. d. J. H. L. V o g t twierdzi mianowicie, że wcześniejsze wydzielanie się spinelu niż oliwinu w badanych przezeń stopach można uzależnić od obecności w nich wspólnego jonu *Mg*. Objasnienie to nie jest niemożliwe, ale brak mu narazie zupełny przekonujących dowodów doświadczalnych.

Krystalizacja stopów krzemianowych komplikuje się jeszcze przez to, że odznaczają się one wysoką zdolnością tworzenia roztworów przesyconych. Ponieważ przesylenie stopów może być wywołane tylko przez obniżanie się temperatury poniżej punktu topliwości, przeto „przesylenie“ jest tu jednoznaczne z przechłodzeniem. Według pomiarów D ö l t e r a, może ono sięgać 150° C. Różne krzemiany mają różną zdolność przechładzania się, co jeszcze tembardziej komplikuje porządek krystalizacji przewi-

dziany przez teorię. Kwestję tę wyjaśnił Meyerhoff z punktu widzenia fizyczno-chemicznego. Przypuśćmy, że mamy do czynienia z mieszaniną ciała *A* i *B*, w której ciało *A* nieco przeważa w stosunku do eutektyku. Jednocześnie założmy, że ciało *A* odznacza się większą zdolnością przechładzania się, wskutek czego początek jego krystalizacji opóźni się. Wówczas może się zdarzyć, że ciało *B* wbrew przewidywaniu teorii zacznie krystalizować się pierwszej, niż ciało *A*, t. j. że porządek krystalizacji odwróci się. Jeżeli ciało *A* obecne jest w stopie w znacznym nadmiarze w stosunku do eutektyku, to zacznie ono wydzielać się — pomimo swej większej zdolności przechładzania się — wcześniej od ciała *B*, choć w punkcie temperatury znacznie niższym od przewidywanego teoretycznie (np. *b* na fig. 5). Krystalizacja ciała *A* skoro się raz rozpocznie, biec będzie automatycznie w kierunku

Fig 5.



Schemat krystalizacji z przechłodzeniem

punktu eutektycznego bez przerwy i może go nawet przekroczyć (np. do p. *c* na fig. 5), dopóki nie nastąpi znów znaczne wzbogacenie się pozostałej fazy ciekłej w składnik *B*. Ten ostatni w temperaturze tak obniżonej (pod p. eutektyczny!) musi krystalizować się prędko a nawet gwałtownie i wydzielić się z roztworu w całym spowodowanym przez przechłodzenie nadmiarze. Raptowne zestalenie się składnika *B* może jednak spowodować dalsze komplikacje, a to przez wydzielenie się obfite ciepła utajonego, które podniesie temperaturę całego środowiska. Wskutek tego część zestalonych już poprzednio kryształów ciała *A* może ulec częściowej resorbcji, która przerwie się dopiero w punkcie eutektycznym, kiedy — po ponownem wydzieleniu się zresorbowanej ilości ciała *A* — oba składniki zastygną ostatecznie razem. Rozwa-

zania te wyjaśniają nam w sposób przekonywający rozpowszechnione wśród skał wylewnych zjawisko resorpcji magmatycznej, polegającej na częściowym lub całkowitem roztopianiu się prakryształów wcześniej wyłonionych, jak kwarc, amfibol i inne. Teorja, wysnuta przez Meyerhoffera, podaje nam tylko jedną, że tak powiem, wewnętrzną przyczynę resorpcji, która może nastąpić także i na skutek przyczyn zewnętrznych, np. na skutek zmniejszonego ciśnienia i wogóle na skutek podniesienia temperatury magmy z powodów, niezależnych od samego procesu krystalizacji.

Jedną z dalszych przyczyn trudności, napotykanych w eksperymentowaniu ze stopami krzemianowemi, jest ich nadzwyczajna gęstość i wynikająca stąd niemożliwość ściślejszego oznaczenia ich topliwości. Z porównawczych badań Döltera okazuje się, że różnica pomiędzy początkiem topienia się a końcem jego, czyli stanem zupełnej ciekłości, wynosi dla niektórych krzemianów przeszło 100°. Należą do nich przedewszystkiem kwaśne glinokrzemiany (ortoklaz, albit), odznaczające się wielkiem „tarcim wewnętrznem“, które nie pozwala drobinom ich orjentować się w sposób prawidłowy, wymagany przez budowę kryształu. Stąd pochodzi ich inercja krystalizacyjna. Krzemiany o budowie prostszej (orto- i metakrzemiany) dają stopy mniej gęste o interwale topliwości, wynoszącym tylko 20—30°. Stąd jasną jest rzeczą, że mieszaniny, odpowiadające skałom zasadowym, topią się i krystalizują łatwiej, niż mieszaniny „kwaśne“. Bezład tych ostatnich udaje się częściowo znosić dopiero za dodaniem katalizatorów, zwiększających ruchliwość stopu. Wśród minerałów skałotwórczych, napotykanych najczęściej w skałach ogniowych, dostrzegamy wogóle nadzwyczajną różnaitość ich zdolności krystalizacyjnej. Jedne z nich, jak magnetyt, oliwin, enstatyt, nawet najprędzej ostudzone, zastygają w postaci krystalicznej; inne, jak augit, krystalizują się dopiero podczas powolnego ostygnięcia stopu. Z pomiędzy glinokrzemianów największą zdolność krystalizacji ujawniają anortyt i labrador, mniejszą — nefelin i leucyt, żadnej zaś nie mają — albit i ortoklaz. Kwarc i korund stoją na dwu przeciwnych biegunach: pierwszy sam przez się wcale nie jest do krystalizacji zdolny, drugi zastyga tylko w postaci krystalicznej. Minerale o wysokiej zdolności krystalizacyjnej mają jeszcze inne

wspólne cechy. Punkty ich topliwości są wysokie, skład ich chemiczny jest prosty, wydzielają się z układów złożonych najwcześniej: korund, spinel, cyrkon, apatyt, magnetyt, oliwin, enstatyt, anortyt... Wyjątek stanowi tylko kwarc, który pomimo wysokiego punktu topliwości i prostego składu, nie dzieli z niemi zdolności krystalizacyjnej.

Przytoczone powyżej momenty: przechładzanie stopu, gęstość jego, indywidualna zdolność krystalizacji i t. p., mogą w znacznym stopniu komplikować proces zestalania się układu, złożonego choćby z 2 składników. Zasłaniają one przejrzystość praw fizyczno-chemicznych, rządzących w zasadzie tym procesem. Rzecz naturalna, w układach bardziej złożonych, jakimi są magmy naturalne, komplikacje te niepomiernie wzrastają.

Z zagadnieniem krystalizacji łączy się pokrewna kwestja t. zw. *dyferencjacji magmatycznej* i różności skał ogniowych. Oddawna zauważono, że zarówno w wielkich masywach głębinowych, jak w mniejszych intruzyjnych pniach i żyłach, daje się niekiedy zauważyć pewna zmienność składu i struktury, zmienność bądź zaznaczona dość ostro, bądź też polegająca na wyraźnem stopniowaniu. W masie skały „normalnej“, t. j. posiadającej stałą strukturę i jednostajny skład mineralny, pojawiają się nagle wtrącenia formy najczęściej soczewkowatej, w których skupiają się już to minerały przeważnie femiczne, już — saliczne, tworząc smugi (z niemiecka zwane „szlirami“). Gdzieindziej zmiany dokonywają się stopniowo i widoczne są dopiero na większych przestrzeniach. Wyjaśnijmy je na przykładzie konkretnym, zaczerpniętym ze stosunków amerykańskich. W stanie Montana występują duże masy skały głębinowej, zwanej monzonitem, który jest typem przejściowym pomiędzy syenitami a diorytami i gabrem. Wedle Weed'a i Pirsson'a, normalny monzonit amerykański (Yogo Peak) jest skałą drobnodziarnistą, złożoną z ortoklazu, oligoklazu, diopsydu, amfibolu, biotyty i kwarcu. Od wschodu ku zachodowi skała ta zmienia się stopniowo w ten sposób, że kwarc znika, augit staje się zielony, plagjoklaz zmienia się z oligoklazu w andezyn, augit i ortoklaz pozostają w równowadze. Jeszcze dalej ku zachodowi skała przybiera pokrój grubo-

ziarnistego gabra z dużemi płatkami biotyту, ciemnym augitem, którego ilość przeważa nad ortoklazem oraz pojawiającym się tu oliwinem. Na krańcu zachodnim masywu skała staje się jeszcze bardziej gruboziarnistą: na 1 *cm* duże płatki biotyту przera-
stają się tu pojkilytycznie z augitem, który przeważa nad innymi składnikami; ilość oliwinu zwiększa się, ortoklaz zaś redukuje się do małej resztki jakby cementu, sklejującego składniki, poprzednio wymienione. Mamy tu zatem cały cykl przejść stopniowych od zespołu kwarcowego do zespołu oliwinowego, które, jak wiemy, nawzajem się wyłączają. Monzonitom europejskim (Tyrol, Predazzo, Monzoni) towarzyszą prócz tego, jako masy samodzielne geologicznie, z jednej strony typowe piroksenity i gabra oliwinowe, z drugiej — syenity eleolitowe i terality — a więc dwa krańcowe ogniwa serji głębinowej. Wiemy także skądinąd, że jeden i ten sam wulkan wyrzucać może raz skały kwaśne (np. liparyty), to znów zasadowe (np. bazalty), że z jednego i tegoż samego ogniska magmatycznego wylewają się raz skały alkaliczne, to znów wapienno alkaliczne (H. S. Washington) i t. d. Wszystko to są objawy dyferencjacji magmatycznej, czyli różnicowania się pewnej magmy pierwotnej na magmy wtórne, pochodne. Zaliczamy do nich także skały żyłowe, towarzyszące masywom większym, z którymi one wiążą się zarówno wspólnością geologiczną występowania, jak i pokrewieństwem magmatycznym (są komagmatyczne). Jakie są przyczyny tego różnicowania się? Na pytanie to usiłowano odpowiedzieć w sposób bardzo rozmaity, upatrując przyczynę dyferencjacji w podziale magmy wedle ciężaru właściwego, w odmienności warunków dyfuzji w pobliżu płaszczyzny ostygnięcia i wewnątrz masywu, w samym akcie kryształizacji i t. p. Nie ulega wątpliwości, że za jedną z najważniejszych przyczyn różnicowania się magmy musimy uznać zdolność jej dzielenia się na pewne poziomy wedle ciężaru właściwego. Wyływa to już z ogólnej struktury globu ziemskiego, którego masy centralne mają ciężar właściwy o wiele większy od mas powłoki zewnętrznej. Musimy tedy przyjąć, że w każdym mniej lub więcej zamkniętym ognisku magmatycznym podział ten jest nie tylko możliwy, ale i konieczny w tych mianowicie razach, kiedy z tego ogniska wydobywają się lawy rozmaitego składu

chemicznego, a co zatem idzie, i rozmaitej gęstości. Magmy lżejsze wylewają się przytem wcześniej, niż magmy cięższe i leżące w poziomach niższych. Kolejność tę stwierdziły spostrzeżenia wulkanologiczne. Podział stopów sztucznych na warstwy i smugi opisywano także niejednokrotnie. Z własnej praktyki mogę tu przypomnieć o jednym doświadczeniu, bardzo pod tym względem pouczającym. Masa około 40 kg ważąca, po całkowitem stopieniu i kilkudniowym stygnięciu, rozpadła się na cztery wyraźne poziomy: 1) najniższy o ρ wł. 2.996 składał się prawie całkowicie z augitu i magnetytu; 2) nieco wyższy o ρ wł. 2.886 zawierał liczne sferolity augitu, zawieszane w szkłe czarnem; 3) jeszcze wyższy, również z czarnego szkła złożony, miał ρ wł. 2.773; 4) wreszcie najgórniejszy, także szklisty, lecz o wiele lżejszy, wykazał ρ wł. 2.694. Jak widzimy, w jednej masie, pierwotnie jednolitej, zupełnie dobrze przemieszanej i stopionej, powstała różnica gęstości, wynosząca przeszło 0.36. Rozdział na poziomy o rozmaitej gęstości może być także osiągnięty przez topienie się powtórne mas już zastygłych, gdyż proces ten musi się zacząć od składników łatwiej topliwych i obejmować zwolna składniki trudniej topliwe. Taki przebieg topienia skał da się stwierdzić również eksperymentalnie. Piszący te słowa, stopiwszy granit tatrzański, otrzymał masę wyraźnie podzieloną na dwa poziomy: dolny czarny i całkowicie szklisty o ρ wł. 3.48, górny — złożony ze szkła i pływających w niem białych ziarn kwarcu, zamienionego na trydymit, o ρ wł. 2.38. Łatwo sobie wystawić, że takie masy stopione i podzielone wedle ciężaru gatunkowego mogą dać początek — przy powtórnej intruzji — skałom pokrewnym, ale mineralogicznie i strukturalnie różnym. Łatwo sobie także wyobrazić, że masy częściowo tylko stopione a spoczywające w obrębie przemieszczeń tektonicznych, mogą ulegać pewnemu wyprasowaniu a raczej wyżymaniu, przyczem część ich roztopiona musiałaby wówczas być najpodatniejsza do powtórnych iniekcji (wstrzyknięć). Tym sposobem mogłoby się zdarzyć, że część masy krzemianowej, najłatwiej topliwa, t. j. najbardziej do eutektyku zbliżona, a więc np. ciasto skalne, mogłaby przy powtórnej intruzji zastygnąć, jako skała odrębna, różniąca się składem i budową od swojego prototypu. Przyjmując te zało-

żenia, tak zresztą prawdopodobne, łącno już pojmiemy różnorodność chemiczną i strukturalną skał żyłowych, towarzyszących większym masom intruzyjnym. Są one jakby resztkami pokrystalicznymi magmy głównej, z którą się zwykle wiążą widocznym pokrewieństwem. Ładną ilustracją wyrażonego tu poglądu są np. pegmatyty tatrzańskie, zbadane przez W. Pawlicę, które przecinają gnejsy i łupki krystaliczne, a wśród których badacz ten odróżnił kilka generacji, od wybitnie wapienno-sodowej do wybitnie alkalicznej.

Wystawiona przez Michel-Lévy'ego hipoteza dyferencjacji w zależności od wtapiania się mas obcych (porwaków) i przyswajania ich przez magmę intrudującą, nie znajduje potwierdzenia w obserwacjach petrograficznych. Musimy natomiast uznać jej słuszność w ograniczeniu tylko do zjawisk pasa kontaktowego.

Co się tyczy tych objawów różnicowania się magmatycznego, które polegają na ciągłości zmian składu i struktury, to uważamy je zwykle za wynik swoistych procesów dyfuzyjnych, których wyjaśnienie doświadczone — w zastosowaniu do stopów krzemianowych — należy jeszcze do przyszłości.

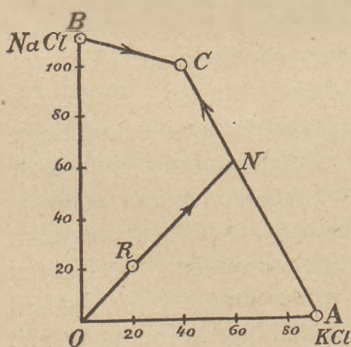
* * *

Typowymi osadami chemicznymi, powstałymi z roztworów wodnych (z wody morskiej), są, jak wiadomo, *złoża solne*. Uważamy je za wynik wysychania lagun i odciętych zatok morskich w klimatach gorących i suchych. Zjawisko sedimentacji chemicznej z wód słonych przez ich parowanie znane jest dostatecznie z dzisiejszych obserwacji w okolicach morza Kaspjskiego, Persji, Afryki, Chili, Kalifornji i t. d. Najlepiej poznanem i najkompletniej zachowanym złożem „kopalnem“ soli jest słynne złożo stassfurckie (pod Magdeburgiem). Dla postawienia problemu krystalizacji złoża solnego z punktu widzenia fizyczno-chemicznego podamy tu pokrótce następstwo warstw solnych w Stassfurcie. Najniżej leży piętro anhydrytowe, składające się z naprzemianległych cieniutkich warstw anhydrytu ($CaSO_4$) i grubszych warstw soli kamiennej ($NaCl$). Na niem spoczywa piętro polihalitowe, złożone z warstw soli i polihalitu ($2 CaSO_4 \cdot MgSO_4 \cdot K_2SO_4 \cdot 2 H_2O$). Powyżej, w piętrze kizerytowem, mamy znów

naprzemianległość soli i kizerytu ($MgSO_4 \cdot H_2O$), przyczem sól, co do ilości, przeważa. Wreszcie najwyżej położone jest piętro karnalitowe, w którym sól ustępuje stopniowo miejsca karnalitowi ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6 H_2O$). Jak widzimy, krystalizacja soli następowała, naogół, w porządku ich zwiększającej się rozpuszczalności. Dwa górne piętra, złożone ze związków przeważnie magnezowo potasowych, najłatwiej w wodzie rozpuszczalnych, nie wszędzie się zachowały. Brak ich np. zupełny w naszej Wieliczce. W Kałuszu mamy ilt solny z gipsem ($CaSO_4 \cdot 2 H_2O$), na których spoczywa pokład kainitu ($KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3 H_2O$) z podrzędnym karnalitem i sylwinem (KCl), — równoważnik dwu górnych poziomów stassfurckich. Niektóre pokłady alpejskie (Ischl, Hallstadt i t. d.) uderzają znów zupełnem pogmatwaniem następstwa warstw, poznanego w Stassurcie. Niektóre swoiste właściwości rozmaitych złóż solnych dają się z łatwością objaśnić przyczynami czysto geologicznymi, jak np. powtarzanie się wielokrotne warstw anhydrytu (wieloletnie, perjodyczne narastanie pokładu), jak nieobecność górnych pięter w Wieliczce (ich następne wyługowanie przez wody atmosferyczne), jak zaburzenia złóż alpejskich (związek z tektoniką otoczenia) i t. d. Natomiast sam proces krystalizacji złóż, zachowanych w zupełności, jak w Stassurcie, wymagał wyjaśnienia doświadczalnego. Podjął je po raz pierwszy Usiglio (1849), który przez parowanie stopniowe wody morskiej dowiódł, że wydziela się z niej naprzód mała ilość gipsu, następnie duża — soli kamiennej, na końcu zaś zestalają się sole potasowe i magnezowe, a więc naogół w porządku stassfurckim. Jasna jest rzecz, że całej różnorodności krystalizacji roztworu tak złożonego, jakim jest woda morska, Usiglio wówczas nie mógł podejrzewać nawet, a tembardziej jej wyjaśnić. Uczynił to dopiero w sposób mistrzowski Van't Hoff i jego liczni współpracownicy i uczniowie — w kilkadziesiąt lat później. Van't Hoff postawił sobie za zadanie prześledzić doświadczalnie bieg krystalizacji soli, zawartych w wodzie morskiej, zakładając, że odbywa się ona w stałej temperaturze ($25^{\circ} C.$) i że w pierwotnym jej składzie na 1000 mol. H_2O przypada 100 mol. $NaCl$, 2,2 KCl , 7,8 $MgCl_2$, 3,8 $MgSO_4$ i 0,71 $CaSO_4$. By ten złożony układ zbadać z punktu widzenia fizyczno-chemicznego, na-

leżało go rozbić na układy prostsze, dwuskładnikowe, przechodząc następnie do układów bardziej złożonych. W tym celu przestudowano przedewszystkiem granice nasycenia wody przez dwa składniki jednocześnie. Przypuśćmy, że mamy roztwór tylko dwu soli: $NaCl$ i KCl . Rozpuszczalność soli pojedynczych w wodzie jest znana: w 1000 mol. H_2O rozpuszcza się 111 mol. $NaCl$, 88 mol. KCl . Ażeby znaleźć, jakie jest nasycenie wody obu solami jednocześnie, należy ją starannie wymieszać z nadmiarem obu ciał a ustalony roztwór nasycony zanalizować. W przypadku chlorku sodu i chlorku potasu okazało się, że roztwór, nasycony obu solami, zawiera na 1000 mol. H_2O 89 mol. $NaCl$ i 39 mol. KCl . Dajmy teraz na to, że mamy do czynienia z roztworem nienasyconym, który zawiera jednakowe ilości obu soli. Jeżeli będziemy stopniowo zagęszczając taki roztwór, to w pewnej chwili zacznie się pierwszy wydzielać KCl , jako mniej rozpuszczalny, a krystalizacja jego będzie trwać tak długo, dopóki w pozostałym

Fig. 6.



roztworze, skutkiem skoncentrowania się $NaCl$, nie wytworzy się stosunek 89 $NaCl$:39 KCl . Wówczas obie sole zaczną krystalizować się razem, a otaczający je roztwór dalszej zmianie ulegać nie będzie. Jak widzimy, zachodzi tu pewne podobieństwo do eutektyku. Graficznie (porówn. fig. 6) proces ten przedstawia się w ten sposób, że na dwu prostokątnych współrzędnych oznacza się koncentrację składników od O , w punkcie przecięcia współrzędnych, aż do punktu ich nasycenia (np. 111

dla $NaCl$ — B , 88 dla KCl — A). By znaleźć punkt trzeci, odpowiadający stosunkowi nasycenia roztworu jednocześnie obu solami (a więc 89 dla $NaCl$ i 39 dla KCl), trzeba z p. 89 na osi rzędnych i z p. 39 na osi odciętych rzucić piony, których przecięcie wskaże punkt poszukiwany C . Łącząc A i B z punktem C otrzymamy linię łamaną z wypukłością w C , która jest linią graniczną nasycenia; nazewnątrz niej ku punktowi O leży pole

niedosycenia, nawewnątrz — pole przesylenia. C jest punktem końcowym krystalizacji składników pojedynczych a początkowym — krystalizacji obu składników jednocześnie.

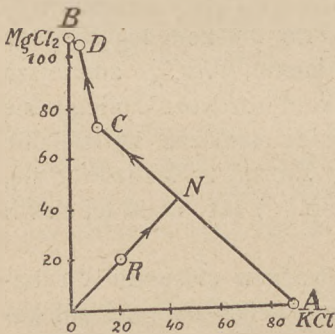
Jeżeli mamy do czynienia z roztworem nienasyconym, który zawiera równe ilości dwu soli, np. 20 mol. $NaCl$ i 20 mol. KCl , to wyobrazí go nam punkt R na fig. 6. Przez koncentrację tego roztworu, stosunek obu soli nie zmienia się, lecz zawartość ich stopniowo wzrasta, a punkt R przesuwa się po prostej ORN . Gdy koncentracja dosięgnie punktu N na linii AC , wówczas rozpocznie się krystalizacja sylwinu (KCl). Przy dalszem zagęszczaniu roztworu wzrasta koncentracja soli kamiennej ($NaCl$), zmniejsza się zaś koncentracja sylwinu (KCl). Skład roztworu zmienia się odpowiednio do przebiegu linii NC , przez stateczne wydzielanie się sylwinu aż do punktu C , w którym zaczną krystalizować się obie sole w stosunku, odpowiadającym p. C , tak, iż od tej chwili koncentracja roztworu nie zmienia się.

Z roztworu, w którym $NaCl$ przeważa w stosunku do nasycenia obu składników, zacznie się wydzielać naprzód sól kamienna, a gdy koncentracja dojdzie do p. C , wówczas zaczną się krystalizować znów oba ciała jednocześnie.

W przypadkach, kiedy dwa ciała A i B mogą utworzyć (w pewnej koncentracji) sól podwójną, zjawisko krystalizacji komplikuje się o tyle, że linja graniczna nasycenia załamuje się w 2 punktach, a mianowicie: w punkcie nasycenia dla ciała A i soli podwójnej (AB) oraz w punkcie nasycenia dla soli podwójnej i ciała B . Taki przypadek zachodzi np., kiedy w roztworze znajdzie się obok KCl (sylwinu) jeszcze $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ (bischofit), które mogą tworzyć sól podwójną $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ (karnalit). Doświadczalnie znaleziono nasycenie dla KCl 88 mol. (A) (na 1000 mol. H_2O), dla $MgCl_2$ 108 mol. (B), oraz dla sylwinu i karnalitu: 11 KCl i 72.5 $MgCl_2$ (C), wreszcie — dla karnalitu i bischofitu: 2 KCl i 105 $MgCl_2$ (D). Przypuśćmy teraz, że mamy do czynienia z roztworem niedosyconym, który zawiera równe ilości soli, np. 20 mol. KCl , 20 mol. $MgCl_2$ (punkt R na fig 7, str. 246). Przez jego zagęszczanie możemy doprowadzić koncentrację do punktu N na linii nasycenia ($ANCDB$), a wówczas zacznie się krystalizować pierwszy sylwin. Gdy koncentracja

przesunie się do punktu *C*, obok sylwinu zestalą się także karnalit. Dajmy na to, że wydzielający się karnalit pokryje swą powłoką kryształy sylwinu wcześniej wydzielone, tak, iż odetnie je od zetknięcia z roztworem. Krystalizacja postępować będzie dalej, roztwór wzbogacać się będzie coraz bardziej w $MgCl_2$, aż do punktu *D*, w którym rozpocznie się krystalizacja bischofitu

Fig 7.

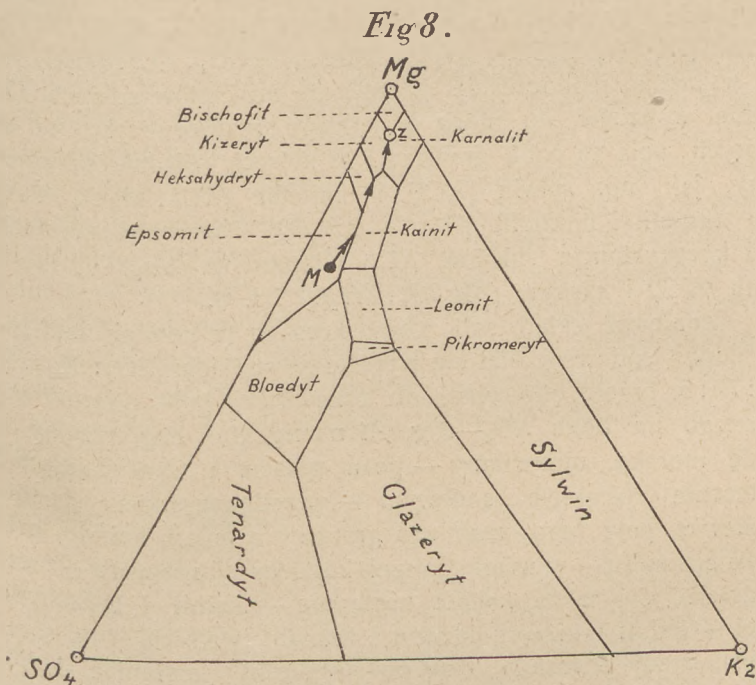


obok karnalitu, na czym cały proces zakończy się. Zastrzeżenie co do inkrustacji sylwinu przez karnalit zrobiliśmy dlatego, że roztwór, obfitujący w $MgCl_2$, rozpuszcza z powrotem sylwin, prowadząc do tworzenia się karnalitu. Gdyby zatem kryształy sylwinu pozostawały w bezpośrednim zetknięciu z roztworem, musiałyby ulec resorbcji, a w wyniku końcowym krystalizacji otrzymalibyśmy tylko karnalit i bischofit. Z drugiej strony karnalit, który

może istnieć tylko wobec roztworu bogatego w $MgCl_2$, sam rozpada się na sylwin i bischofit w zetknięciu z wodą.

Te i tym podobne badania cząstkowe ciał, napotykaných w złożach solnych, umożliwiły stworzenie ogólnego obrazu krystalizacji roztworu, odpowiadającego wodzie morskiej. Wprawdzie roztwór kompletny wód oceanicznych jest zbyt skomplikowany, by krystalizację jego można było przedstawić środkami, będącemi w rozporządzeniu dzisiejszej chemji fizycznej, jednakowoż, wprowadzając pewne uproszczenia, można liczbę składników zredukować niejako do trzech. Mianowicie, idąc śladem rozumowań H. E. Boeke'go, możemy przedewszystkiem wyeliminować z ogólnego składu związki wapniowe (anhydryt, gips, polihalit, kałuszyt), jako trudno rozpuszczalne i wydzielające się z roztworu zaraz na samym początku jego zagęszczania. Podobnież można uczynić z chlorkiem sodu, który, obecny w największej ilości, nasycy roztwór również bardzo wczesnie i zestalą się obok wszystkich soli, łatwiej rozpuszczalnych, aż do samego końca całego procesu krystalizacji. Co do innych soli, to jest

dla nich rozstrzygający głównie stosunek trzech równowartościowych grup atomowych (jonów): SO_4 , K_2 i Mg . Koncentrację tych ciał można już wyrazić znanym nam sposobem (porówn. str. 235) za pomocą trójkąta równobocznego, będącego rzutem diagramu trójwymiarowego. Przytem należy jeszcze poczynić dalsze zastrzeżenia co do mogącego wyniknąć nadmiaru $Mg + K_2$ względem SO_4 , który należy związać z Cl_2 , i odwrotnie—nadmiar SO_4 należy nasycić Na_2 . Z tem zastrzeżeniem „trójkąt koncentracyjny“ Van't Hoffa przedstawia się, jak następuje (fig. 8).



Na wierzchołkach jego umieszczamy jony SO_4 , Mg , K_2 , tak, iż linja SO_4-K_2 stanowi jego podstawę, linje zaś SO_4-Mg i K_2-Mg — jego boki. Wzdłuż tych linij leżą pola, ograniczające koncentracje soli, które mogą się wydzielać jednocześnie z solą kamienną. Granice pól są linjami jednakowego nasycenia i jednoczesnej krystalizacji dwu soli. W tych punktach, w których

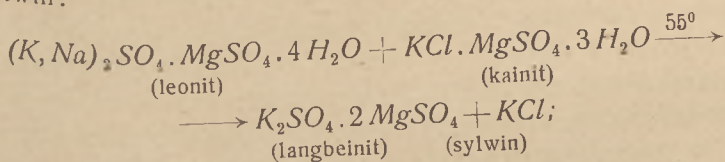
zbiegają się trzy pola, mogą krystalizować się jednocześnie 3 komponenty. Do boku K_2-Mg przylegają pola, odpowiadające solom, które posiadają odpowiednie jony, a więc sylwin (KCl), karnalit ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6 H_2O$), bischofit ($MgCl_2 \cdot 6 H_2O$); z bokiem SO_4-Mg graniczą pola tenardytu (Na_2SO_4), bloedytu ($Na_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4 H_2O$), epsomitu ($MgSO_4 \cdot 7 H_2O$), heksahydrytu ($MgSO_4 \cdot 6 H_2O$), kizerytu ($MgSO_4 \cdot H_2O$) i bischofitu ($MgCl_2 \cdot 6 H_2O$). Wreszcie bok SO_4-K_2 stanowi podstawę pola tenardytu (Na_2SO_4), glazerytu ($Na_2SO_4 \cdot 3 K_2SO_4$) i sylwinu (KCl). Wewnątrz trójkąta leżą pola koncentracji tych soli, w których składzie obecne są wszystkie trzy jony. A więc pikromeryt ($MgSO_4 \cdot K_2SO_4 \cdot 6 H_2O$), leonit ($MgSO_4 \cdot K_2SO_4 \cdot 4 H_2O$), kainit ($MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3 H_2O$). Pola te wskazują jednocześnie paragenezę minerałów solnych. Obok siebie wydzielić się mogą z jednego roztworu tylko te sole, których pola ze sobą graniczą i w których składzie są wspólne jony, jak np. sylwin (KCl) i karnalit ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6 H_2O$) lub karnalit i bischofit ($MgCl_2 \cdot 6 H_2O$). Natomiast niemożliwa jest koegzystencja sylwinu (KCl) i tenardytu (Na_2SO_4) lub sylwinu (KCl) i kizerytu ($MgSO_4 \cdot 2 H_2O$) i t. d.

Ponieważ skład soli wody morskiej (z pominięciem gipsu i chlorku sodowego) da się wyrazić stosunkiem $SO_4 : Mg : K_2 = 25 : 70 : 5$, przeto odpowiada on koncentracji pola epsomitowego, opartego na boku SO_4-Mg (M na fig. 8). Zagęszczając tedy wodę morską, otrzymamy — poza gipsem i wydzielającym się statecznie chlorkiem sodowym — przedewszystkiem epsomit. Ponieważ pole tego ostatniego graniczy z polem kainitu, przeto obok epsomitu — w miarę dalszej kondensacji roztworu — zacznie wydzielać się także kainit; następnie — kainit i heksahydryt, dalej — kainit i kizeryt, kizeryt i karnalit, wreszcie — na samym końcu, kiedy pozostały „ług pokrystaliczny“ zmieniać się dalej nie może (Z na fig. 8), złączą wydzielać się na obszarze ostatniego pola jednocześnie kizeryt, karnalit i bischofit obok wciąż wyłaniającej się soli kamiennej.

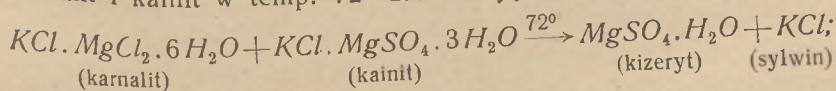
Ten ogólny schemat Van't Hoffa wypracowany został w tem założeniu, że temperatura i ciśnienie pozostawały podczas całego aktu krystalizacji niezmiennie też same ($25^{\circ} C.$ i ciśnienie 1 atm.). Odpowiada on naogół porządkowi krystalizacji złóż

kompletnych i całkowicie zachowanych, jak stassfurckie. Odstępstwa od schematu Van't Hoffa dadzą się wytłumaczyć bądź zmianami temperatury, zachodzącymi podczas osadzania się złożeń, bądź różnicami w składzie pierwotnego roztworu. Niektóre zmiany paragenetyczne mogły zająć już po zestaleniu się złożeń, w późniejszych epokach geologicznych, np. na skutek obniżenia się danego odcinka skorupy ziemskiej w poziomy o temperaturze wyższej. Tak np. da się objaśnić brak w niektórych złożeń przewidzianego przez teorię kainitu, zamiast którego występuje mieszanina kizerytu i sylwinu. W temperaturach podniesionych kainit staje się bowiem związkami niestałym i rozpada się na kizeryt i sylwin.

Schemat Van't Hoffa nie przewiduje także krystalizacji z wody morskiej sylwinu, którego faktyczne występowanie w złożeń naturalnych musi być przypisane późniejszym zaszytym w nich zmianom (jak np. w Kałuszu). Wpływ temperatury na krystalizację roztworów solnych jest w istocie bardzo wielki, co wykazał doświadczalnie również Van't Hoff, opracowując równoległe schemat krystalizacji w t. 83°. Ogólny wynik, wpływający z porównania obu schematów jest ten, że sole bezwodne lub w wodę ubogie są stałsze w temperaturach wyższych, sole zaś, obfitujące w wodę, są — odwrotnie — stałsze w temperaturach niższych. Tak np. leonit i kainit w temp. 55° przechodzą w langbeinit i sylwin:



karnalit i kainit w temp. 72° zamieniają się na kizeryt i sylwin:



i t. d.

* * *

Jeżeli teraz porównamy ogólny przebieg krystalizacji stopów i roztworów wodnych, to nie możemy nie dostrzec pewnych

analogij zarówno, co się tyczy eutektyku (nasylenia jednoczesnego dwu lub kilku solami), jak co do statecznej zmiany roztworu, wydzielającego z siebie kolejno rozmaite składniki w zależności od ich koncentracji i temperatury. Jeżeli jednak wyniki badań nad krystalizacją roztworów wodnych wydają się nam bardziej zaawansowane i zbliżone do stosunków, napotykaných w złożach solnych, w porównaniu z wynikami badań nad stopami i ich zastosowaniem do krystalizacji magm naturalnych, — to objaśnia się to bez porównania większą łatwością eksperymentowania z ruchliwemi roztworami wodnemi niż — z bezwładnemi często-kroć krzemianami, których fazy ciekłe powstają w temperaturach dopiero powyżej 1000° C.

7. NAUKA O KOPALINACH UŻYTECZNYCH I PETROGRAFJA STOSOWANA.

We Wstępie do mineralogji celowo pominęliśmy tę jej gałąź, która wkracza w dziedzinę zagadnień życia praktycznego, a wiąże się bardzo ściśle z petrografją i geologją. Jest nią nauka o kopalinach użytecznych. Umyslnie używamy tu wyrazu „kopalina“, nie zaś — „minerał“, chcąc przez to zaznaczyć, że przedmiotem nauki tej są zarówno minerały, jak i skały, stosowane w życiu praktycznem. Kopalinami użytecznemi są bowiem nietylko kruszce złota i srebra, czy miedzi i żelaza, ale także—węgle, ropa naftowa, materiały ceramiczne, budowlane i t. p. Chodzi więc tu o stosowanie wiadomości z całego zakresu mineralogji i petrografji. Ze względów praktycznych dzielimy zwykle naukę o kopalinach użytecznych na poszczególne gałęzie, jak: naukę o drogich kamieniach, naukę o złożach kruszczowych, naukę o pokładach minerałów energetycznych (węgle, nafta etc.), naukę o surowcach ceramicznych i t. p. Właściwa petrografja stosowana ma za obiekt swych badań kamienie budowlane, drogowe, rozmaite rodzaje gleb i t. p. W rozdziale niniejszym chcielibyśmy przedstawić najważniejsze tylko zagadnienia zarówno nauki o kopalinach użytecznych, jak i petrografji stosowanej.

Nauka o kopalinach użytecznych opiera się głównie na mineralogji, ale w niemałym stopniu—także na petrografji i geologji. Naczelnem jej zadaniem jest opis i rejestracja złóż i po-

kładów, nadających się do odbudowy górniczej, ich zasobność, możliwa produkcja i t. p. momenty natury ekonomicznej. Ale poza tym celem głównym zajmuje się ona także genezą złóż użytecznych, ich przeobrażeniami oraz systematyką. Rzecz naturalna, zagadnienia ostatnio wymienione, wchodzą całkowicie w zakres genetyki skał i minerałów, na której nauka o kopalinach użytecznych opiera się pod tym względem w zupełności. Tych zagadnień poruszać tu przeto nie będziemy, z wyjątkiem systematyki, która da nam dobrą sposobność do krótkiego przeglądu najważniejszych „kopalin użytecznych“.

Każdy pokład minerału użytecznego, zwłaszcza kruszcowego, wyodrębniający się mniej lub więcej wyraźnie treścią i formą od otoczenia, przyjęto nazywać *złożem*. Znaczenie praktyczne złożo posiada tylko wtedy, kiedy występujący w niem cenny minerał gromadzi się w ilości, okupującej koszt eksploatacji. Samo przez się rozumie się, że granice tej rentowności bywają rozmaite zależnie od cenności kruszcu. Bo gdy np. dobywanie platyny i złota opłaca się już przy zawartości 0.2 gr metalu w tonnie piasku kruszconośnego (0.00002%), gdy wytapianie srebra z rud ołowianych lub miedzianych rentuje się już, gdy zawartość szlachetnego metalu wynosi w nich 0.05% lub nawet 0.01%, gdy *minimum* rentowności dla niklu, kobaltu i miedzi wynosi 2—3%, dla ołowiu zaś i cynku — 10—15%, to dla manganu sięga ono 25%, dla żelaza zaś — aż 35%. Granice te odnoszą się przytem do pomyślnych konjunktur miejscowych eksploatacji i do korzystnych cen danego metalu¹⁾.

Ażeby dać pewne pojęcie o tem, jak potężne interesy ekonomiczne wiążą się z eksploatacją złóż kruszczowych i innych kopalin użytecznych, przytoczymy tu kilka cyfr, sprawę tę ilustrujących. Produkcja światowa złota dosięgała w r. 1915 swojego *maximum*: wartość jej równała się 97.000.000 funtów szterl. W latach przedwojennych (1910) dobywano złota około 7.000.000 kg, których wartość wynosiła około 2.413 milionów franków franc. Przed wojną światową wydobywano przeciętnie 7.800 kg platyny rocznie w cenie od 5 do 7 tysięcy fr. za 1 kilogram. Światowa

¹⁾ Beck-Berg. Abriss der Lehre von den Erzlagertstätten. Berlin, 1922.

produkcja srebra wynosiła w r. 1913 prawie 7 milionów *kg*. Produkcję światową metali mniej wartościowych podajemy w tonach (1 t. = 1000 *kg*): miedź około 1.5 miliona t. (1918 r.), ołów 1.2 miliona t. (1918 r.), cynk 600.000 t. (r. 1919), żelazo około 70 milionów t. (1913), mangan ok. 1.5 miliona t., chrom 225.000 t. (r. 1918), nikiel około 45.000 t. (1917), cyna około 90.000 t. (1915) i t. d. Dla porównania dodamy tu jeszcze, że w r. 1909 wydobyto około 5.000.000 karatów diamentów surowych o wartości, przekraczającej 150 milionów franków, i że światowa produkcja ropy naftowej w r. 1910 wynosiła około 45.752.000 t. (cena 1 t. ropy wahała się od 12 do 50 fr.¹⁾). Węgla zaś kamiennego wydobyto na całym świecie w r. 1913 bez mała 1½ miljarda t. Produkcja powojenna (z r. 1921) nie dosięga tej ilości jeszcze o jakie 15%.

Z tych suchych liczb wnosimy, w jak znacznej mierze surowce mineralne stanowią podstawę wielkiego, światowego przemysłu i w jak decydujący sposób wpływają one na charakter i bieg życia ekonomicznego społeczeństw cywilizowanych. Stąd płynie znaczenie praktyczne nauki o złożach użytecznych.

Systematyka złóż opiera się, podobnie jak klasyfikacja minerałów i skał, na zasadzie dwoistej: geologiczno-genetycznej i mineralogiczno-chemicznej. Wielkie działy złóż mają podstawę genetyczną, drobniejsze natomiast ich grupy skupiane bywają na zasadzie paragenezy, czyli wspólnego występowania minerałów charakterystycznych. Do pewnego stopnia na podział złóż wpływa także ich forma. Z punktu widzenia genezy odróżniamy dwa wielkie działy złóż: złoża pierwotne i złoża wtórne. Złoża pierwotne leżą dziś tam, gdzie powstały, złoża wtórne tworzą się kosztem rozkładu złóż pierwotnych i spoczywają w dalszej lub bliższej od nich odległości. Prócz tego złoża pierwotne rozpadają się jeszcze na dwie duże grupy: złoża syngenetyczne i złoża epigenetyczne. Pierwsze powstały jednocześnie ze swem najbliższym otoczeniem, drugie są młodsze od swego otoczenia i dostały się doń dopiero w czasie późniejszym. Pod względem morfologicznym odróżniamy złoża żyłowe i pokładowe. Żyłami

¹⁾ L. De Launay. *Traité de métallologie. Gîtes minéraux et métallifères.* T. I. Paris 1913.

nazywamy wypełnienia późniejsze szczelin, przecinających najczęściej niezgodnie skały otaczające. Zdarzają się jednak żyły, leżące mniej lub więcej zgodnie z przebiegiem uławicenia, wówczas nazywamy je żyłami pokładowemi. Żyły są jednak zawsze złożami epigenetycznemi. Przeciwnie z pokładami. Spoczywają one zwykle wśród skał osadowych zgodnie z ich uławiceniem i dlatego są typową formą złóż syngenetycznych. Żyły mogą niekiedy dzielić się na apofizy (gałęzie), krzyżować się rozmaicie w przypadku kilku generacyj żyłowych, a niekiedy nabrzmiewać w kształcie mas piennych, nie tracąc swego charakteru epigenetycznego. Wśród złóż pierwotnych (i wtórnych), zależnie od swobodnych warunków ich powstawania, odróżniamy jeszcze dalsze kategorie, a mianowicie: złoża pochodzenia magmatycznego, złoża kontaktowe, złoża pneumatolityczne, hydrotermalne, osadowe, eluwjalne, napływowe i t. p.

Po tych uwagach wstępnych przechodzę teraz do krótkiego przeglądu złóż najważniejszych i najbardziej typowych, których opis szczegółowy i systematyczny stanowi istotną treść nauki o kopalinach użytecznych.

1. Przegląd nasz zaczniemy od złóż *magmatycznych*. Przez złożo magmatyczne rozumiemy takie nagromadzenie minerału użytecznego w skale ogniowej (głębinowej lub wylewnej), którego eksploatacja opłaca się ekonomicznie. Jest to rzecz zrozumiała, że skały ogniowe, które mogą pochodzić z ognisk magmatycznych o znacznej głębokości, mogą tem samem zawierać między innymi także pierwiastki metaliczne ciężkie, skupiające się, jak wiemy, w jądrze litosfery. Mogą to być metale rodzime, tlenki metaliczne lub niekiedy — siarczki. Rozmieszczenie ich w masie skały bywa albo równomierne, jak wszystkich innych składników, lub też w pewnych miejscach masy skalnej bardziej skoncentrowane przez dyferencjację magmatyczną. W każdym razie powstały one syngenetycznie z całą masą skały, która względem swojego otoczenia, jako całości, może mieć i ma najczęściej charakter epigenetyczny (jako żyła, jako masa pienna, lakkolit i t. p.) Do najbardziej typowych złóż tego rodzaju należą przedewszystkiem złoża platyny na Uralu (Niżnij Tagił, Kaczkanar i t. d.). Są to intruzyjne masy skał gabrowych i towarzy-

szącego im dunitu, skały mocno zasadowej a złożonej przeważnie z oliwinu i chromitu. Platyna rozszana bywa w dunicie mniej więcej równomiernie, tworząc ziarna i kryształy, które wydzieliły się po oliwinie, gdyż tworzy on wzrostki w tym szlachetnym metalu. Zawartość platyny sięga niekiedy 22 gr w 1 tonnie skały, zmienionej już zresztą najczęściej w serpentyn. Z tych skał wybuchowych platyna dostaje się następnie w drodze ich wietrzenia mechanicznego do piasków rzecznych, skąd jest przeważnie eksploatowana.

Słynne złoża diamentowe w południowej Afryce (Kimberley) są również w istocie swej złożami magmatycznymi. Mamy tu do czynienia z cylindrycznymi kanałami pionowymi, przecinającymi szereg formacji osadowych, wypełnionymi swoistą skałą wylewną, t. zw. kimberlitem, której składnikami głównymi są oliwin i biotyt. Kanały wybuchowe (angielskie „pipes“) prócz kimberlitu zawierają jeszcze jego tufy i szereg porwaków (buły eklogitu i t. p.). Tufy, a także i sama skała, zmieniły się już częściowo u góry w masę serpentynową (ang. „blue ground“). Diamenty występują w całym złożu dość równomiernie, tak, iż 1 m³ owej masy zserpentynizowanej zawiera ich średnio około 6 karatów. Są one niewątpliwie magmatycznego pochodzenia, gdyż tworzą niekiedy wzrostki w oliwinie i napotykanne są (wraz z grafitem) także w cieście skalnym kimberlitu. Wielkość znajdujących tu niekiedy diamentów bywa fenomenalna: największy okaz wydobyto z kopalni „Premier“ (koło Pretorji). Nazwano go „Cullinan“. Ważył on 3024³/₄ karata, czyli około 606 gr, a wartość jego oszacowano na 9.000.000 funtów szterl.

I druga odmiana węgla krystalicznego — grafit — może występować w złożach magmatycznych. Znany przykład takiego złoża grafitowego mamy w kopalni Alibert na Syberji, w kraju Zabajkalskim (Botogolskij Golec). Grafit stanowi tu część składową syenitu eleolitowego i jest również niewątpliwym produktem krystalizacji magmy alkalicznej.

Tlenki metaliczne, a mianowicie tlenki żelaza, skupiają się niekiedy w potężnych złożach magmatycznych. Mamy na myśli przede wszystkim znakomite złoża magnetytu w Laponji szwedzkiej: Kiirunavara-Luossavara. Magnetyt stanowi tu cały grzbiet

górski, mający około 5 km długości i do 150 m szerokości. Cała ta masa tkwi w porfirze syenitowym (keratofirze) i składa się ze zbitego i twardego magnetytu z domieszką znaczną apatytu. Skoncentrowało się tu ponad 1 miliard tonn rudy z zawartością 70% żelaza. Jakkolwiek poglądy na genezę tego złoża nie są zgodne, to jednak zdaje się być niewątpliwem jego pochodzenie magmatyczne, jako intruzji magmy syenitowej, krańcowo zróżnicowanej. Podobne złoża posiada także Ural (np. Błagodatk', Wysokaja), jakkolwiek tutaj typ złoża pierwotnie magmatycznego zamaskowany bywa przez wtórne procesy rozkładowe, powodujące przemieszanie rudy z kaolinem i znaczną nieraz domieszkę kwarcu (góra Magnitnaja).

Za typowe złoża magmatyczne rud żelaza tlenowych uważane są dalej skupienia magnetytu, bogatego w tytan i wanad, a towarzyszącego pninom intruzyjnym skał gabrowych, w których kruszec żelazny stanowi smugi (szliry), związane przejściami ze skałą właściwą. Widzimy tu zatem stopniowe różnicowanie się magmy gabrowej na dwie części: krzemianową (płonną) i magnetytową, stanowiącą złożę właściwe. Do takich skupień, powstałych przez dyferencjację magmatyczną, należą złoża magnetytu w Taberg (Szwecja środkowa), Routivara (Szwecja Płn.), Välimäki (Finlandja) i t. p.

W związku genetycznym ze złożami magmatycznymi pozostają t. zw. *złoża kontaktowe*. Są to złoża, spoczywające na granicy pomiędzy masą wybuchową a skałami osadowymi. Rolę aktywną w procesie nagromadzenia się minerału użytecznego przypisujemy zwykle skale ogniowej, pod której wpływem termalnym i chemicznym przeobrażają się oboczne osady. Typowym przykładem złóż kontaktowych są złoża magnetytu w Banacie (Morawicza-Dognacska), znane już Tacytowi. Związane są one ściśle z intruzjami t. zw. banatytu (diorytu kwarcowego) i dacytów, które, stykając się z wapieniami kredowymi, przeobrażają je w skałę granatową i marmur. W tych przeobrażonych skałach kontaktowych skupiają się masy jednolite magnetytu, niekiedy do 150.000 t. wagi mające. Do takiegoż typu kontaktowego zaliczają się także rozgłośnie złoża hematytu na wyspie Elbie i wiele innych.

W złożach kontaktowych występują częstokroć i rozmaite siarczki, jak piryt, blenda cynkowa, galena, chalkopiryt i t. p. Wspomniemy tu tylko o złożu pirytu toskańskim w Gavorrano, występującem w kontakcie między masą intruzyjną granitu trzeciorzędowego a łupkami permskimi i wapieniami retyckimi. Złoże to odznacza się nadzwyczajną czystością pirytu i wspaniałemi jego kryształami. Wydobyto zeń w r. 1914 około 170.000 t. kruszcu z zawartością 49% siarki.

Do grupy złóż magmatycznych w szerszym słowa tego znaczeniu możemy także zaliczyć złoża natury *pneumatolitycznej*, w których powstaniu przeważny udział brały gazy i emanacje magmatyczne. Bardzo wymownym ich przykładem są złoża kamienia cynowego (kasyterytu). Trzymają się one stale granitów, pegmatytów i porfirów kwarcowych, występując w postaci żył, których treść stanowią, obok kasyterytu, kwarcu i ortoklazu, minerały takie, jak mika litowa, topaz, fluspat, turmalin, apatyt i t. p., a więc związki, zawierające pierwiastki lotne: fluor, bor, wodór. Są to zatem swoiste żyły pegmatytowe, będące wynikiem krystalizacji w ostatniej fazie różnicowania się magmy granitowej. Zbyteczna dodawać, że cyna dostała się tu nie w postaci dwutlenku (SnO_2), lecz w postaci lotnego fluorku (SnF_4), który dopiero pod wpływem par wodnych zestalał się na kasyteryt (wedle klasycznych doświadczeń Daubrègo: $SnF_4 + 2H_2O = SnO_2 + 4HF$). Granit w pobliżu tych żył ulega bardzo oryginalnej zmianie: jego skałki potasowy przeobraża się tak zasadniczo, iż tworzy pseudomorfozy wypełnione kasyterytem lub topazem. Do najbardziej znanych skupień cynowych tego rodzaju zaliczamy złoża gór Kruszcowych (Altenberg, Cynwald i t. p.), Kornwalji i najważniejsze ekonomicznie złoża malajskie, które jednak spoczywają już przeważnie na miejscu wtórnem, w t. zw. „piaskach cynowych”. Uzupełniając charakterystykę złóż cynowych, należy jeszcze dodać, że towarzyszą im stale minerały wolframowe i molibdenowe: wolframit, molibdenit, scheelit, stolcyt i t. p.).

W dalszym nieco stosunku do właściwych złóż magmatycznych pozostają te złoża natury niekiedy dość skomplikowanej, których składniki metaliczne (i użyteczne) dostały się na powierzchnię ziemi niewątpliwie wraz ze skałą ogniową, zostały

jednak skoncentrowane dopiero na skutek wtórnych procesów rozkładowych. Zaliczamy tu przede wszystkim głośnie na świat cały złoża miedzi metalicznej nad jeziorem Wyższym (Lake Superior) Am. Półn. Występują tam (na półwyspie Keweenaw) melafiry i diabazy, które w stanie świeżym posiadają miedź tylko w najdrobniejszym rozproszeniu. Podczas procesu wietrzenia metal ten jednak koncentruje się, wydzielając się w stanie rodzimym bądź w porach lawy melafirowej i tworząc „migdały“, bądź też w szczelinach i próżniach pospołu z innymi pochodnymi rozkładu, jak kalcyt, dzeolity, epidot i t. p. Jest to zatem wtórna koncentracja, której podstawy teoretyczne zostały wyjaśnione na drodze doświadczalnej. Miedź wylugowana z melafirów i diabazów strąca się w stanie metalicznym wobec soli żelazawych i w środowisku alkalicznym ($CaCO_3$). Na tej drodze miedź metaliczna może się skupiać w wielkich masach, których waga sięga kilku tysięcy kg. Roczna produkcja dwu tylko kopalni (Calumet i Hekla) wynosi około 50.000.000 t. metalu (r. 1919).

Podobne złoża tworzy najważniejszy minerał niklowy, t. zw. garnieryt, będący wtórnym wodnym krzemianem niklu i magnezu o składzie chwiejnym, zawierający jednak do 45% NiO . Pierwotny nikiel „nieindywidualizowany“ mieści się w oliwinie lub pochodzącym zeń serpentynie, poczem dopiero przez jego dalszy rozkład koncentruje się w garnierycie, numeicie i innych krzemianach wtórnych, które wraz z kwarcem, chalcedonem, limonitem i substancją ilastą tworzą zbiorowy wynik rozkładu skały serpentynowej. Produkcja roczna tego rodzaju złóż niklowych wynosi około 100—150.000 t. surowca, zawierającego 3—5% Ni , co stanowi lwią część produkcji światowej.

2. Osobną wielką grupę tworzą *złoża epigenetyczno-żyłowe*. Są to przeważnie utwory hydrotermalne, będące produktem krystalizacji roztworów, wznoszących się szczelinami z głębi ziemi ku jej powierzchni. Znamy wielką obfitość złóż tego rodzaju. Typową ich formą są żyły, czyli szczeliny, biegnące niezgodnie z uławiczeniem skał otaczających i wypełnione następnie krystalizacjami roztworów hydrotermalnych pochodzenia głębinnego. Na nich to rozwijało się przeważnie górnictwo wieków ubiegłych. Klasyfikację tych licznych zespołów paragenetycznych,

które napotykamy w żyłach kruszcowych, opieramy na ich składzie mineralnym, przyczem w nazwach złóż poszczególnych wymieniamy zarówno kruszec użyteczny, jak „treść płoną” żyły. Np. mówimy o żyłach kalcytowo-srebrnych lub kwarcowo-srebrnych, o żyłach kalcytowo miedzianych lub kwarcowo-miedzianych, o żyłach kwarcowo-złotych i t. p. Oto kilka przykładów najbardziej typowych i ważnych złóż tego rodzaju.

Największe nagromadzenie metali szlachetnych, jakie dotychczas poznano, zawarła w sobie słynna żyła Comstock w stanie Nevada Ameryki Pn. Jest to żyła kwarcowa, przecinająca zbocze góry Mt. Davidson, zbudowanej całkowicie z andezytów częściowo już przeobrażonych (spropilityzowanych). Długość jej wynosi 3 km, grubość 60 do 100 m. W przeważającej treści płonnej, prócz złota rodzimego, skupiły się także szlachetne kruszce srebra (argentyt, stefanit, polibazyt) oraz trochę galeny i blendy. Żyłę tę eksploatowano od r. 1859 do 1889, poczem odbudowę jej musiano przerwać, gdyż na głębokości 900 m natrafiono na źródło gorące o 70° C. W ciągu 30 lat istnienia kopalni wydobyto tu 214 t. złota i 4820 t. srebra. Podobne złoża złote, acz na mniejszą znacznie skalę, posiadają Węgry w Siedmiogrodzie (Nagyag, Verespatak i inne). Z bogatych w złoto żył kwarcowo-pirytowych słynie również Kalifornja (dolina rzeki Sacramento), gdzie jedna z nich, zwana „żyłą-matką” (mother-lode), ciągnie się na przestrzeni 120 km. W Meksyku, Australji (Nowa Płd. Walja), na Uralu, w Syberji wschodniej istnieją podobnego typu żyły kruszców szlachetnych. Innego rodzaju żyły kruszczowe występują w Norwegji (Kongsberg): przeważającą treścią płoną jest tu kalcyt, kruszczami zaś — srebro rodzime i argentyt (Ag_2S). Napotymano tu bryły srebra rodzimego o wadze 500 kg. Od r. 1623 do 1805 w Kongsbergu wydobyto 543.000 kg srebra. Obecnie roczna produkcja wynosi około 5.000 kg. W Ameryce Płd. (Atakama, Boliwja, Peru) żyły kruszczowe mają charakter mieszany, obok minerałów srebra zawierają związki miedzi, a niekiedy także — cynku i ołowiu. W Europie takie żyły mieszane posiadają Czechy w Jachimowie. Treść ich płonna składa się z kwarcu, kalcytu i dolomitu, kruszczowa — z minerałów srebrnych, a także — niklowo-kobaltowych, bizmutowych i uranowych. Tu również występuje słynna dziś

„pechblenda“ (tlenek uranowy), z której po raz pierwszy zostały odkryte pierwiastki radioaktywne, rad i polon (Skłodowska-Curie). Charakterystyczne złoża epigenetyczne tworzą minerały rtęciowe. Występują one najczęściej nie w postaci żył właściwych, lecz raczej — impregnacyj i wsiąków w szczelinach skał mocno spękanych i zaburzonych (zwykle — kwarcytów i piaskowców). Rtęć pojawia się tu bądź w postaci metalicznej (ciekłej), bądź — w postaci cynobru; towarzyszą jej ponadto pospolite iskrzyki, a także baryt i ciała bitumiczne. Takie złoża rtęci znamy w Hiszpanji (Almaden), Idrji (koło Lublany), Ukrainie (Nikitowka), Kalifornji (New-Almaden) i t. d. Złoża kalifornijskie tem są ciekawe, że niektóre z nich (Sulphur Bank) wiążą się ściśle ze źródłami termalnemi, w których zestalają się bezpośrednio realgar, piryt i opal, a z których wydzielają się gazy takie, jak CO_2 , H_2S , CH_4 , N , NH_3 . Widzimy tu zatem złożo kruszcowe *in statu nascendi*.

Co się tyczy metali mniej szlachetnych, to złoża ich żyłowe posiadają właściwości analogiczne. Miedź występuje chętnie w żyłach kwarcowych, niekiedy bardzo bogatych. Głośne są mianowicie złoża miedzi australijskie. Jedna tylko żyła kwarcowa Burra-burra, która przebiegała w wapieniu metamorficznym, zawierając przeciętnie 22% Cu (w postaci chalkopirytu i bornitu), i została wyczerpana w ciągu 30 lat, wydała 235.000 t. kruszcu, co odpowiada około 52.000 t. miedzi metalicznej. Jeszcze bogatsze są żyły miedziodajne w Ameryce Płn. Kopalnia Anaconda koło Butty City (stan Montana) eksploatuje spłot żył kwarcowych, które — poza minerałami wtórnemi (kupryt, malachit) — zawierają obfite kruszce siarkowe, jak bornit, chalkozyn, chalkopiryt, enargit i t. p., a z których rocznie wydobywano około 90.000 t. Cu . Niektóre bloki chalkozynu (Cu_2S) miały po 4.5 m średnicy.

Złoża cynku i ołowiu trzymają się zazwyczaj razem. W Europie są one liczne, ale dość ubogie. Jedną z najstarszych kopalń europejskich ołowiu i cynku posiadają Czechy w Przybramie. Złożo przybramskie stanowią żyły kwarcowo-węglanowe, zawierające z kruszców galenę i blendę, które, zwłaszcza pierwsza, mają znaczną domieszkę srebra (do 0.7%). Produkcja roczna kopalni przybramskiej przekraczała (przed wojną) 250.000 t. kruszcu

surowego, z którego wytapiało około 5.000 t. ołowiu i 38.000 *kg* srebra. Znacznie obfitsze są złoża amerykańskie Brokenhill w stanie N. S. Wales. Łupki krystaliczne są tu przecięte żyłami kruszcowymi, z których najgłówniejsza ma 2.4 *km* długości i 18—30 *m* grubości. Treść płonna tych żył, obok kwarcu, stanowią jeszcze granat, rodonit i fluspat. Kruszcze są reprezentowane głównie przez galenę i blendę—obie z domieszką srebra tak znaczną, iż 1 t. rudy wydaje do 11 *kg* srebra. Pozatem kruszec surowy zawiera 7—50% *Pb* i 14—30% *Zn*. Z jednej tylko kopalni Brokenhillskiej wydobyto w ciągu lat 1889—1896 290.000 t. ołowiu i 2¹/₂ miliona *kg* srebra. Wszystkie huty tego okręgu wytapiały rocznie 186.000 t. ołowiu, t. j. około ¹/₃ produkcji świata.

Co do złóż epigenetycznie-żyłowych żelaza, to w tej postaci występują one na większą skalę stosunkowo rzadko. Jako przykład możemy tu przytoczyć złoża żyłowe syderytu w górach Łupkowych Nadrenji (Siegen). Jedna z żył, przecinających łupki szarogłazowe (Stahlberg, Müsen), ma 12—27 *m* grubości. Syderyt siegeński zawiera sporo manganu i nadaje się przeto na wyrób stali. Kopalnie siegeńskie produkowały w latach przedwojennych około 850 000 t. rudy rocznie.

Oprócz złóż epigenetycznych, występujących w wyraźnych żyłach i będących wynikiem działalności wód termalnych, znamy jeszcze złoża niewątpliwie epigenetyczne, których forma odbiega jednak bardzo daleko od tego, co nazywamy żyłą. Złoża te nie mają widocznej łączności z głębią, lecz bywają zwykle osadzone w szczelinach międzywarstwowych i spękaniach ciosowych. Spotykamy je najczęściej w skałach wapiennych i dolomitycznych, które w tych miejscach uległy pewnemu rozżarciu i przeobrażeniu. Proces osadzania się kruszców w takich złożach wiążemy zwykle z równoległym procesem rozpuszczania się środowiska wapiennego (t. zw. metasomatoza). Zakładamy jednak, że wody termalne, obciążone ciałami kruszcowymi, przywędrowały z głębi, jakkolwiek drogi tej wędrówki nie są nam bliżej znane. Do takich złóż epigenetycznych (nieżyłowych) należą bogate pokłady cynku i ołowiu w Ameryce Pn., w dolinie górnej Mississipi (stany S. W. Wisconsin i Missouri-Kansas). Złoża te kryją się w szczelinach i spękaniach wapienia sylurskiego i dolno-karbońskiego.

Składają się one przeważnie z blendy i galeny, jakkolwiek zawierają także markasyt, piryt, chalkopiryt i t. p. Galena odgrywa w tym zespole najczęściej rolę składnika najmłodszego, tworząc w próżniach nacieki, sklejjając okruchy skalne, a nawet kości zwierząt dyluwjalnych. Ogólna produkcja tych złóż pñ.-amerykańskich wynosiła w końcu ubiegłego stulecia ponad 2 miliony t. kruszców cynkowych i ponad 600 tysięcy t. kruszców ołowianych. Podobne pokłady cynku i ołowiu posiadamy dziś w Polsce. Są one ściśle związane ze środkowo-triasowymi wapieniami i dolomitami, które leżą niezgodnie na karbonie produktywnym a występują w krainie, rozpościerającej się między Olkuszem i Chrzanowem na Pd.-W. a Bytomiem i Górami Tarnowskimi na Pn.-Z. Kruszcze koncentrują się w dolomicie, w stropie wapienia podstawowego. W dolnych poziomach przeważa blenda i galena, w górnych — galmany. Obu siarczkom towarzyszy zwykle markasyt, utleniający się w „czapie“ na limonit. Galena w złożu Tarnogórskim zawiera domieszkę srebra (0.03%). Ogólna produkcja samych tylko złóż śląskich wynosiła w r. 1919 ponad 1/2 miliona t. rud cynkowych, około 50 tysięcy t. galeny i 13 tysięcy t. markasytu.

3. *Złoża syngenetyczne* obejmują tę kategorię użytecznych skupień mineralnych, które w zasadzie powstawały z obocznymi skałami współcześnie, a właściwie w okresie, dzielącym tworzenie się ich spągu od osadzenia się stropu. Są to zatem złoża — w przypadkach typowych — pochodzenia pierwotnie osadowego, jakkolwiek z biegiem czasu mogły ulec wtórnym przeobrażeniom (diagenezie) pod wpływem temperatury, ciśnienia i rozmaitych czynników natury chemicznej. Jeżeli chodzi o minerały niemetaliczne takie, jak sól kamienna, gips, siarka lub takie, jak węgiel kamienny, lignit i torf, to syngenetyczność ich z warstwami podścielającymi i nadległymi nie ulega zwykle najmniejszej wątpliwości, o ile — rzecz naturalna — pominiemy zaburzenia wtórne, mogące powstawać w złożach tego rodzaju, jak częściowe wylugowanie, wyprasowanie (egzematy solne) i t. p. Dowodzi tej ich synchroniczności nie tylko zgodna i częstokroć naprzemianegła stratyfikacja, ale także aktualizm geologiczny procesu sedymentacji tych ciał w dobie dzisiejszej. Trudniejsza sprawa z siarcz-

kami i tlenkami metalicznymi, które z natury swej podlegają łatwo zmianom chemicznym, a których sedymentacja bezpośrednia (poza rudami żelaza) nie opiera się na tak przekonywających dowodach, jakie mamy na powstawanie złóż solnych lub węglowych. Atoli oceanografia współczesna dostarcza nam niemało dowodów na to, że w osadach mórz dzisiejszych biorą udział wcale poważny także związki metali (zwłaszcza żelaza, manganu i innych, porówn. str. 189), bądź strącające się bezpośrednio, bądź adsorbowane przez koloidy. Rzuca to nowe światło także na genezę kopalnych złóż kruszcowych, które, ze względu na ich położenie stratygraficzne, zaliczamy do syngenetycznych.

Po tych uwagach wstępnych podajemy kilka przykładów złóż syngenetycznych, zaczynając od siarczków. Że najbardziej rozpowszechniony na powierzchni ziemi siarczek żelaza, którego sedymentacja odbywa się, jak wiemy dzisiaj, na olbrzymią skalę w morzach częściowo zamkniętych, jak Czarne, a nawet w pasie przybrzeżnym mórz i oceanów otwartych (ił ciemnoniebieski), wytwarza z czasem złoża syngenetyczne pirytu (lub markasytu), o tem nie może być wątpliwości pomimo wypowiedzianych na ten temat uwag sceptycznych. W istocie, znamy złoża pirytu, jak np. w Meggen (nad rz. Lenne w Niemczech), które odpowiadają wszystkim warunkom sedymentacji morskiej: leżą zgodnie na łupkach środkowo-dewońskich, w stropie mają wapienie górno-dewońskie. Pokładowi pirytu o 3—6 m miąższości towarzyszy baryt, o którego powstawaniu w morzach dzisiejszych mówiliśmy wyżej. Podobne złoża syngenetyczne mamy w Rammelsbergu na krawędzi gór Harcu. Nie wahamy się także do tejże grupy zaliczyć głośnie na cały świat złoża pirytu w prowincji hiszpańskiej Huelva (Rio Tinto), jakkolwiek tu stosunki występowania są bardziej skomplikowane. Piryt w Rio Tinto tworzy szereg potężnych soczewek, leżących między łupkami metamorficznymi a porfirem. Zajmują one teren 200 km długi a 80 km szeroki. Piryt hiszpański zawiera domieszkę miedzi około 3%-wą. Produkcja roczna, oparta na tych kolosalnych złożach, znanych już Fenicjanom i Rzymianom, sięga 3 milionów tonn pirytu, który jest przedmiotem olbrzymiego eksportu. Wybitnie syngenetyczne są również złoża kruszców miedzianych w formacji permskiej (w t. zw.

cechsztynie). Są to łupki marglowe, czarne, bitumiczne, zawierające obfite skamieniałości ryb permskich i szeroko rozpostarte w Niemczech (na pld. od Harcu). Łupki zawierają drobno rozsiane kruszce miedzi, jak chalkopiryt, chalkozyn i t. p. W Niemczech najgłośniejsza i najstarsza kopalnia istnieje w Mansfeld. Grubość pokładu miedzionośnego nie przekracza dużo $\frac{1}{2}$ m. Zawartość miedzi metalicznej sięga zaledwie 3%. Pomimo to kopalnie mansfeldskie wydobyły w r. 1919 około 900.000 t. rudy, której 1 t. zawiera 27.5 kg Cu i 150 gr Ag. Takie same złoża cechsztyńskie posiada Rosja (gub. permska, orenburska i t. d.).

Co do rud utlenionych żelaza i manganu, to złoża ich syngenetyczne znane są we wszystkich formacjach geologicznych, od łupków krystalicznych i utworów archaicznych do osadów dzisiejszych włącznie. W gnejsach i łupkach krystalicznych oraz najstarszych osadach algonkjańskich występują najbogatsze i najstynniejsze pokłady żelaza syngenetyczne. Rzecz naturalna, zostały one w mniejszym lub większym stopniu zmetamorfizowane wraz z zawierającymi je skałami płonnymi. Do takich złóż należy np. Grängesberg w Szwecji z roczną produkcją 700.000 t. hematytu o 60%-wej zawartości żelaza (kop. Exportfeld); złoża michigańskie w Ameryce Płn. z produkcją 300 milionów t. doskonałej rudy; Krzywy Róg w pld. Ukrainie, który przed wojną dostarczał około 3 milionów t. hematytu, prawie zupełnie pozbawionego fosforu, z zawartością żelaza, sięgającą 70%. W formacjach młodszych rudy żelazne przybierają często strukturę oolityczną lub tworzą zbite „plaskury“, złożone z iżu i syderytu (t. zw. żelaziaki ilaste). W tego rodzaju złoża typowo syngenetyczne obfituje także i Polska, a mianowicie jej formacje kajprowa i środkowojurajska w Radomskim i Częstochowskim. Zawartość żelaza w tych rudach nie przekracza jednak zwykle 45%. Zupełnie analogicznie zachowują się i rudy manganowe, tworzące złoża syngenetyczne bądź w łupkach krystalicznych (np. Jakoben na Bukowinie), bądź w osadach właściwych, niekiedy młodocianych, jak np. na Kaukazie (Kwiryła) lub Niżu Dnieprowym (Nikopol), gdzie wyborne rudy tlenowe (z zawart. 55–60% Mn) spoczywają w osadach eocenijskich pod przykryciem tylko piasków trzeciorzędowych.

Przechodząc teraz do złóż niemetalicznych, wymienić tu przede wszystkim musimy pokłady siarki, jako wybitnie syngenetyczne utwory morskie. Największe złoża tego rodzaju posiada w Europie Sycylja, gdzie występują one na obszarze 160—170 *km* długim a 85—90 *km* szerokim w prowincjach: Catania, Caltanissetta, Girgenti, Palermo. Siarka skupia się tu w formacji mioceńskiej wraz z gipsem wśród margli i wapieni bitumicznych. Warstwa właściwa siarkonośna ma 3 do 4 *m* miąższości. Średnia zawartość siarki wynosi 20—21%, ale zdarzają się partje z zawartością 50%-wą, a nawet 80—90%-wą siarki. Minerale, towarzyszące siarce, są: gips, celestyn, aragonit, kalcyt — często, jak sama siarka, we wspólnych kryształach. Produkcja kilkuset kopalni siarki sycylijskich wynosiła przed wojną 2.6 milionów tonn surowca 25%-ego. Geneza tych przebogatych złóż siarki sprowadza się do rozkładu siarkowodoru, obecnego w wodzie niektórych mórz zamkniętych (jak np. w dzisiejszym morzu Czarnem) pod działaniem powietrza ($H_2S + O = S + H_2O$), lub do redukcji gipsu za sprawą bituminów i gazów węglowodorowych w myśl prostych równań: $CaSO_4 + 2C = CaS + 2CO_2$; $CaS + H_2O + CO_2 = CaCO_3 + H_2S$; $H_2S + O = S + H_2O$. Być może jednak, że i bakterje siarkowe odegrały tu także pewną rolę. Złoża siarki podobne sycylijskim, acz na drobną tylko rozwinięte skalę, posiada i Polska (Swoszowice, Posąda, Czarkowy i t. p.).

Wśród skał osadowych kredy i trzeciorzędu częste są również złoża syngenetyczne surowców fosforowych, zwanych pospolicie fosforytami (fosfatami). Tworzą one zwykle konkrekcje i drobne ziarna w osadach marglisto-piaszczystych lub wapiennych w formie bezpostaciowego (koloidalnego) zwykle fosforanu wapniowego. Konkrecje fosforowe powstają, jak wiemy, i dziś na dnie mórz i oceanów w rozmaitych osadach morskich (str. 183). Pochodzenie fosforu jest tu, bez wątplenia, natury organicznej. Pierwotnym źródłem złóż fosfatowych są zatem szkielety i tkanki zwierzęce oraz ekskrementy, które podległy następnie w mniejszym lub większym stopniu diagenecie. Do najbardziej znanych złóż tej kategorii w Europie należy t. zw. kreda fosfatowa w Belgji („craie phosphatée“), występująca w okolicy Ciply, Mons i St. Symphorien w postaci warstwy marglu 2 do 8 *m* grubej, z za-

wartością 40 do 58% fosforanu trójwapniowego. Belgja wydobywała z tych złóż około 200.000 t. surowca rocznie (lata przedwojenne). Podobne złoża fosfatowe występują nad Dniestrem, na Podolu polskim i rosyjskim oraz w Rosji środkowej. Znacznie bogatsze jednak złoża fosforowe znane są w Algierze i Tunisie, gdzie występują one na granicy eocenu i kredy w osadach marglisto-wapiennych. Średnia zawartość złóż Tunisu wynosi około 60% $Ca_3(PO_4)_2$. Pokłady w Gafsa i Djebel Mrata należą do najbogatszych: zawierają one wielomiljonowe (w t.) zasoby pierwszorzędnego surowca. Największe atoli zasoby fosforu nagromadzone są w Stanach Zjednoczonych Am. Płn., a mianowicie we Florydzie, która pod względem produkcji fosfatowej zajmuje pierwsze w świecie miejsce. Teren złóż fosforonośnych ma tu około 340 km długości i 34 km szerokości a zbudowany jest z osadów trzeciorzędowych (eocen, miocen, pliocen): margli, glin i wapieni. Fosfaty Florydy, a mianowicie t. zw. „hard-rock phosphates“ zawierają przeciętnie 80% fosforanu trójwapniowego. O rozmiarach złóż pokładowych tego, tak ważnego dla rolnictwa surowca mineralnego, i o skali jego produkcji świadczy statystyka, wedle której wydobywa się tu rocznie około 1.5 miliona t. fosfatów wartości przeszło 7.5 miliona funtów szterlingów.

4. Wreszcie, co do złóż wtórnych, to, jak już nadmienialiśmy na wstępie, są one wynikiem wietrzenia złóż pierwotnych, najczęściej żyłowych. Złoża wtórne—w szerszem słowa tego znaczeniu—dzielą się jeszcze na dwie kategorie: na złoża *eluwjalne* i złoża *aluwjalne*, czyli napływowe. Złoża pierwszego rodzaju powstają tam, gdzie produkty wietrzenia mogą gromadzić się w pobliżu pokładów macierzystych, które im dały początek. Ponieważ przy wietrzeniu i rozluźnianiu się skał odbywa się równoległy proces ługowania chemicznego składników rozpuszczalnych w wodzie, przeto w pozostającym na miejscu materiale następuje koncentracja składników nierozpuszczalnych. Jeżeli niemi są ciała użyteczne—powstają złoża eluwjalne. Tak tworzą się złoża kaolinu na granicy, przykrytym warstwą próchniczną; takie jest pochodzenie niektórych złóż limonitu i rud manganowych w wyżartych przez wody krasowe skałach wapiennych i innych. Złoża aluwjalne (napływowe), zwane pospolicie „*piaskami*“, są już bar-

dziej przerobione i rozgatunkowane przez wody spłókujące i bieżące. Samo rozumie się przez się, że w złożach napływowych koncentrują się minerały odporne na działanie czynników chemicznych, twarde i ciężkie, zbierające się w niższych warstwach piasków dolinnych i rzecznych. Tak powstają piaski złotodajne lub platynodajne (w pobliżu złóż pierwotnych), takie jest również pochodzenie piasków cynowych, diamentowych, rubinowych i t. d. Termin „piaski“ nie oznacza jednak wyłącznie tylko materiału psamitowego, lecz także obejmuje domieszki z jednej strony grubsze (żwir, otoczaki), z drugiej — pelitowe (glina, ił etc.). Rzecz naturalna, przez płókanie piasków napływowych można skoncentrować kopalinę użyteczną w stopniu potrzebnym do dalszych, bardziej subtelnych (chemicznych) metod jej oczyszczania.

Oto kilka przykładów złóż piasku złotodajnego. Z bogatych piasków złotonośnych słynęła w swoim czasie Kalifornia, która je posiadała nie tylko w dolinach rzecznych, ale i na tarasach, a nawet w starszych napływach trzeciorzędowych pod pokrywą potoków bazaltowych. Skutkiem niesłychanie intensywnej eksploatacji piaski te, odkryte w r. 1849, zostały wyczerpane już w r. 1870. W pierwszych tylko dwu latach rozkwitu tego kopalnictwa wydobyto tu złota za 62 miliony dolarów. Pod kołem biegunowym Ameryki Płn. zasłynęły od r. 1896 swem bogactwem piaski złotodajne w dorzeczu Klondike (dopływ rzeki Yukon), na granicy pomiędzy Alaską a Kanadą. Pomimo, że piaski te w tej szerokości geograficznej są w głębi stale przemarzłe, co utrudnia znacznie ich kopanie, wyplócano tu złota w pierwszych dziesięciu latach eksploatacji za 119 milionów dolarów. Jeszcze dalej na Płn., na przykładku Nome, na wybrzeżu morza Beringa, odkryto w kilka lat później piaski złotodajne na samej plaży morskiej, ciągnące się pasem 22-metrowej szerokości wzdłuż tundry granitowej. Warstwa piasku kruszconośnego miała tu grubość zaledwie 10 *cm.* Rozległe pola piasków złotodajnych znane są także w Rosji Azjatyckiej: na Uralu (Miask), na terenie granitów i serpentynów, i w Syberji wschodniej (rzeki Jenisiej, Lena, Amur i t. d.), gdzie leżą one na łupkach ilastych metamorficznych z pirytem. Ural głośny jest także ze swoich piasków platynodajnych, które gromadzą się w rzekach i rzeczkach, przeryniających te-

reny skał oliwinowych, serpentynowych i dunitowych. Te ostatnie, jak wiemy, zawierają złoża pierwotne. Lwia część platyny uralskiej wyplókiwana jest właśnie z tych cennych piasków. W r. 1901 produkcja platyny uralskiej wynosiła 6328 *kg*, co stanowiło 95% produkcji całego świata. Za rządu sowieków produkcja ta spadła do zera. Ogółem wydobyto na Uralu platyny do r. 1916 około 250.000 *kg*.

Złożom pierwotnym cyny (ob. wyżej) towarzyszą także jej złoża wtórne, w postaci piasków eluwjalnych i aluwjalnych. Niekiedy w piaskach tych nagromadzają się wielkie ilości kamienia cynowego, stanowiące przedmiot eksploatacji na wielką skalę. Największe złoża cyny tego rodzaju znamy na półwyspie Malakka i dwóch wyspach holenderskich: Bangka i Billiton. W piaskach, leżących bezpośrednio na żyłach cynowych (piaskach eluwjalnych) zdarzają się bryły kamienia cynowego do 1000 *kg* wagi; w piaskach rzecznych zawartość kruszcu cynowego wynosi średnio 2—4%, rzadziej — wzrasta do 10%. Bogatsze są znacznie piaski, położone wyżej na Płn., w stanach zjednoczonych malajskich i w Syjamie. Złoża te związane są z licznymi tu pniami intruzyjnymi granitu, przerywającego warstwy łupkowe. Dostarczają one przeszło połowę produkcji światowej cyny. W r. 1913 produkcja złóż malajskich wynosiła 51.000 t.

W sposób analogiczny, t. j. przez wietrzenie i przeróbkę mechaniczną powstałego stąd eluwjum, tworzą się także złoża wtórne (piaski), dostarczające drogich kamieni. Oto kilka przykładów. Najbogatsze piaski diamentodajne Płd. Afryki znajdują się w dolinie rzeki Vaal i jej dopływu Hart River, zajmując powierzchnię około 40.000 *km*². Leżą one na podkładzie skał diabazowych, przykrywając je warstwą na 12 *m* grubą. Diamenty znajdują się zarówno w korycie dzisiejszej rzeki Vaal, jak i na jej wyżej położonych starszych tarasach. „Piaski“ składają się z głązów diabazu, otoczków kwarcowych, właściwego piasku i gliny. Charakterystycznymi minerałami, towarzyszącymi diamentowi, są: czerwony granat i zielony oliwin, dalej agat, jaspis, kwarc, chalcedon i t. p. minerały, napotymane w migdałach diabazów. Prawdopodobnie smugi (szliry) diabazu, obfitujące w oliwin, stanowią skałą macierzystą diamentów. Innego charakteru są piaski

diamentowe Brazylii. Występują one w stanach Minas Geraes i Bahia (w okolicach Diamantina) przedewszystkiem w piaskach rzecznych, w wyżej leżących osadach rzecznych oraz w starych zlepieńcach i piaskowcach. Właściwemu diamentowi towarzyszy tu stale t. zw. karbonado, t. j. nieco zanieczyszczony czarny matowy diament w gruzełkach i bułach, ale posiadający twardość jeszcze wyższą od kamieni przezroczystych. W r. 1895 znaleziono tu kawałek karbonado, jak pięść wielki i ważący 3078 karatów. Stałemi towarzyszami diamentów brazylijskich są: kwarc, rutil, anataz, brookit, hematyt, ksenotym, monacyt, turmalin, niekiedy także nieco złota i platyny. Skała macierzysta diamentów brazylijskich, występujących w piaskach, nie została dotychczas poznana. Pierwsze diamenty brazylijskie były znalezione w r. 1725. Do r. 1907 wydobyto tu ich około 15.317.000 karatów.

Najsłynniejsze złożę wtórne rubinów posiada Birma w Indjach Zagangesowych. Są to piaski ilaste, będące produktem rozkładu pierwotnego złoża rubinów, które leży w kontakcie żył granitowych z wapieniami karbońskimi, przeobrażonemi w marmur. Obok rubinu występuje tu także szafir, spinel, turmalin, ametyst i t. p. Drugim równie znanem złożem wtórnem rubinów i szafirów są piaski cejlońskie (Ratnapura i Rakwana). Produkcja kamieni szlachetnych (rubin, szafir, spinel) wynosiła tu w r. 1911 około 290.000 karatów.

* * *

Mówiąc o złożach wtórnych, a w szczególności o piaskach, rozumieliśmy już przez nie ciała, które, z punktu widzenia petrograficznego, możnaby także nazywać *glebami*, t. j. takimi skałami sypkimi, w których mogą się zakorzeniać i rozwijać rośliny. Wprawdzie rolnik przez glebę rozumie nie tylko pewną kombinację minerałów luźnych, ale także pewne zależne od niej momenty fizyczne, jak przepuszczalność i przewodność, oraz — topograficzne, jak falistość gruntu i jego położenie względem maksymalnej insolacji, dalej ważny dlań moment podłoża gleby (podglebia) i t. d., ale bądź co bądź strona petrograficzna pojęcia „gleby“ jest rzeczą i dla rolnika nieobojętną. Podobnie interesuje go także struktura

gleby, wielkość jej komponentów, skład mineralny, tudzież pochodzenie. I dlatego to petrografia jest dla rolnika, a zwłaszcza dla gleboznawcy, jedną z nauk podstawowych. Właściwie mówiąc, skały sypkich, które mogą spełniać funkcje gleby, to jest być środowiskiem, odpowiednim dla vegetacji roślinnej, jest bardzo niewiele. Są to albo piaski, albo gliny, albo ich mieszaniny, do których tu i ówdzie dołącza się domieszka wapienna, a w wielu razach także — humusowa. W krajach tropikalnych do skał wymienionych dodać jeszcze należy lateryt (ob. str. 167). Z tych zasadniczych materiałów wytwarza się cała różnorodność gleb za pośrednictwem czynników transportująco-segregujących, takich, jak woda i wiatr, a częściowo także — czynników biologicznych (rośliny i zwierzęta).

Klasyfikacje gleb, wystawiane przez gleboznawców zawodowych, opierają się przedewszystkiem na ich własnościach fizycznych i na wynikach analizy mechanicznej, a następnie dopiero na składzie chemicznym. Rozpatrują oni bowiem gleby bardziej ze względu na ich sprawność i aktywność rolniczą (urodzajność, łatwość obróbki mechanicznej i t. p.), mniejszą zaś przypisując wagę ich składowi mineralnemu i genezie. Stojąc na stanowisku teoretyczno-petrograficznym, musimy gleby traktować tak, jak inne skały osadowe, a systematykę opierać na zasadzie genetyczno-mineralogiczno-chemicznej, która obowiązuje zarówno w mineralogji, jak w petrografji. I tu zatem większe grupy klasyfikacyjne oprzemy na genezie, mniejsze — na składzie mineralnym.

Wychodząc z takiego założenia, dzielić możemy gleby na eluwjalne, deluwjalne i nawiane (eoliczne). Gleby eluwjalne są prąródłem wszystkich innych utworów tego rodzaju. Składają się one z produktów wietrzenia mechanicznego i chemicznego, nagromadzających się na powierzchni skał macierzystych. Z nich przez spłókiwanie i wymywanie wód atmosferycznych powstają rozmaite typy gleb pochodnych, deluwjalnych, na wtórnem leżących łożysku. Z gleb deluwjalnych i eluwjalnych w odpowiednich warunkach klimatycznych powstają gleby typu eolicznego, czyli nawiane. Teoretycznie rzeczy biorąc, gleby eluwjalne mogą być tak rozmaite, jak rozmaite są skały ogniowe, metamorficzne

i osadowe, zdolne do wytwarzania eluwjów sypkich. W rzeczywistości jednak, ze względu na to, że wśród skał ogniowych olbrzymią przewagę mają skały skaleniowo-kwarcowe (granity, gnejsy, łupki krystaliczne i t. p.), a wśród skał osadowych — piaskowce i wapień, rozmaitość gleb eluwjalnych sprowadza się do kilku zaledwie typów o znaczeniu i rozpowszechnieniu ogólniejszem. Jak wiemy, eluwjum granitu składa się przeważnie z mieszaniny kwarcu i kaolinu, piaskowce rozpadają się na piasek, wapień przez wyługowanie węglanu wapniowego dają w rezultacie pozostałość ilastą (*terra rossa*). Ostatecznie więc w deluwjum mamy do czynienia przeważnie z glebami albo piaszczystymi, albo ilastymi, albo z najrozmaitszemi ich kombinacjami. Mówiąc o glebach pierwotnych, trzeba pamiętać o tem, że czyste ich typy przechowały się w rzadkich tylko przypadkach, gdyż procesy deluwjalne najczęściej maskują pierwotne ich oblicze. Uwaga ta tyczy się tak gleb eluwjalnych, jak i nawianych.

Prócz dwu zasadniczych składników — piasku i kaolinu — gleby posiadają w składzie swoim jeszcze znaczną ilość składników podrzędnych, jak wszystkie skały osadowe. Swoistą jednak ich cechą, jako utworów powierzchniowych, jest znaczna niekiedy ilość ciał koloidalnych, do których, prócz gliny (kaolinu), należą wodziany żelaza i glinu, krzemionka bezpostaciowa, wodziany manganu i t. p. Posiadają one dla rolnictwa doniosłe znaczenie ze względu na własności fizyczne roli i jej zdolności adsorbcyjne (porówn. Wstęp do mineralogji, str. 53). Drugą również charakterystyczną częścią składową gleb są zawarte w nich substancje organiczne, jako resztki butwiejących roślin, w postaci t. zw. próchnicy, która jest nazwą zbiorową na rozmaite związki humusowe (kwasy i sole) i inne. I ten składnik organiczny gleb posiada dla rolnictwa duże znaczenie.

Na zakończenie tych krótkich uwag o glebach przytoczymy również krótką charakterystykę kilku najważniejszych typów gleb naszego klimatu, zwłaszcza gleb polskich¹⁾. Za typową glebę eluwjalną uchodzą u nas rędziny (zwane także borowinami), bę-

¹⁾ Porówn. Sł. Miklaszewski: Gleby ziem polskich. Wyd. 2-ie. Warszawa, 1912. Powstawanie i kształtowanie się gleby. Warszawa, 1922.

dące produktem wietrzenia opoki kredowej w Miechowskiem i Lubelszczyźnie. Eluwjum opoki, jako skały marglisto-piaszczystej, składa się z ilu i piasku oraz węglanu wapniowego, którego ilość wzrasta z głębokością. Domieszka próchnicy nadaje rędzinom kolor niekiedy czarny. Rędziny mają reputację gleb najurodzajniejszych w Polsce.

Do najbardziej u nas rozpowszechnionych gleb pochodzenia deluwjalnego należą piaski i gliny. Powstają one przeważnie z osadów lodowcowych, pozostawionych na niżu polskim przez cofający się lodowiec północny. Gleby piaszczyste i gliniaste są wynikiem przepłókania i przeróbki mechanicznej moren i zwałów, przywleczonych przez lodowce skandynawskie. Zawierają one przeto liczne niekiedy głązy narzutowe i żwirowiska, których liczba wzrasta ku północy. Osobny typ gleb piaszczystych stanowią t. zw. bielice, bardzo rozpowszechnione w północnych województwach Rzplitej. Są to gleby białawe, złożone przeważnie z bardzo miękkiego piasku kwarcowego o przeważającej średnicy ziarn 0.05 - 0.01 *mm*. Mają one pochodzić z przerobionych przez wody atmosferyczne czerwonych glin piaszczystych, występujących często w ich podłożu (Sł. Miklaszewski). Glebą typowo aluwjalną, czyli napływową, są t. zw. mady (namuliska), osadzające się podczas corocznych wylewów rzecznych w łachach i zakoliskach dolinnych.

Wielce interesującą i przez rolników wysoce cenioną glebą jest loes, skała pochodzenia eolicznego, której charakterystykę petrograficzną podaliśmy już na str. 208. Jest to osad polodowcowy, nawiany przez wiatry w klimacie naogół suchym (stepowym). Petrograficznie ma skład marglu piaszczystego o bardzo subtelnem ziarnie (średnica częściowo poniżej 0.01 *mm*). Domieszka węglanu wapniowego, przepuszczalność (obok znacznej wsiąkliwości) czynią zeń glebę słynną z urodzajności. Rozpowszechniony jest szeroko w południowych częściach naszego kraju, na stokach północnych Karpat, na Podolu i Wołyniu. Loes w klimacie stepowym, sprzyjającym tworzeniu się próchnicy, przeistacza się stopniowo w czarnoziem z zawartością 15-20% związków próchnicznych, co jeszcze zwiększa jego sprawność i czynność rolniczą. Czarnoziemy wołyńsko-ukraińskie należą do najurodzajniejszych

gleb świata. Spoczywają one zazwyczaj na loesie jeszcze niespróchniczonym (żółtym), który w spągu ma eluwjum granitowe (kaolinowe), leżące bezpośrednio na granicie niezwiertzałym.

* * *

Osobna gałąź *petrografji stosowanej* — kamieniarstwo — rozpatruje świat kamieni z punktu widzenia ich użyteczności w budownictwie monumentalnem i drogowem. Chodzi tu zatem o rozpoznawanie i wybór takich skał (popularnie: kamieni), których własności najlepiej odpowiadają wymaganiom architektury i wymaganiom sztuki inżynierskiej w zakresie budowy dróg bitych i mostów. A wymagania te są rozmaite. Architekt, wznoszący gmach monumentalny „w ciosie“, żąda, by kamień doń użyty był trwały, by wytrzymał odpowiednie ciśnienie, by dawał się łatwo ciosać, by czynił zadość wymaganiom estetyki, nadewszystko jednak, by opierał się skutecznie działaniu czynników atmosferycznych. Inżynier drogowy natomiast wymaga od kamienia przede wszystkim twardości i jak najmniejszej jego ścieralności.

Jest to rzecz zrozumiała, że nie wszystkie kamienie warunkom tym czynią zadość. Wogóle należy przyjąć za pewnik od dawien dawna sprawdzony, że skały pochodzenia ogniowego, zwłaszcza głębinowe, odpowiadają wymaganiom techniki w stopniu o wiele wyższym, niż skały osadowe. Ażeby twierdzenie to rozwinąć i uzasadnić, poprzestaniemy na kilku tylko skałach obu kategorii. Ze skał głębinowych wybierzemy ich prototyp najdoskonalszy — granit, ze skał osadowych — dwa najczęściej w budownictwie stosowane ich rodzaje — piaskowce i wapień. Granit w budownictwie monumentalnem stał się symbolem niezniszczalności. Istotnie, możemy go nazwać królem kamieni, tak, jak złoto jest królem kruszców. Posiada on, jak wiemy, budowę równomiernie ziarnistą, składniki jego przylegają do siebie bezpośrednio, są jakby zlutowane w ogniu magmatycznym. Granit pierwotnie świeży jest tak spoisty i masywny, że nie ujawnia żadnej prawie wsiąkliwości wz lędem wody. A ponieważ jego składniki główne (kwarc, skaleń i minerał femiczny) zachowują się, wogóle bardzo opornie wobec atmosferyjów, przeto wznoszone zeń budowle, pomniki i grobowce trwają w stanie niezmiennym

lat tysiące. Pokrój zewnętrzny granitu jest bardzo okazały: nabiera on — po oszlifowaniu i wypolerowaniu — mocnego połysku, a barwy jego — szare lub różowo-cieliste — są żywe i szlachetne. Wszystkie te cechy wraz z olbrzymią zwykle wytrzymałością na ciśnienie czynią z granitu wymarzone wprost „tworzywo“ architektoniczne. W budownictwie drogowym zajmuje on również miejsce naczelne dzięki swej wysokiej twardości i bardzo małej ścieralności. Drogi bite, z „tłucznią“ granitowego budowane, mają ponadto zdolność łatwego cementowania się, co im nadaje nieporównaną moc i trwałość. Bruki granitowe również należą do najtrwalszych.

Porównajmy teraz te cechy granitu z własnościami piaskowców. Są one przede wszystkim okruczowcami, spojonymi w zwartą skałę tylko dzięki lepszczu, które skleja w jedną całość poszczególne ziarna kwarcowe. Od charakteru tego lepszczu zależy wytrzymałość piaskowca na ciśnienie, jego wsiąkliwość, a nade wszystko jego oporność na działanie klimatu. Piaskowce o lepszczu wapiennym lub ilastym, pomimo że składają się przeważnie z kwarcu, są kamieniami nietrwałymi, gdyż lepszczu to, ulegając działaniu wód atmosferycznych, wypłukuje się, a skała rozluźnia się, łuszczy i sypie. Inna sprawa z piaskowcami, scementowanymi zapomocą lepszczu krzemionkowego, które nie obawia się działania atmosferyjów i czyni z piaskowców skałę niekiedy bardzo wytrzymałą i nadającą się doskonale do budownictwa ciosowego. Piaskowce mają tę jedyną nad granitami przewagę, że się dają łatwiej obrabiać, a nawet — rzeźbić. We Francji słynne są, jako budulec monumentalny, piaskowce zagłębia Paryskiego, w Belgji — piaskowce montforckie, u nas — sztydłowieckie.

Wreszcie wapienie i marmury. Skały te w porównaniu z granitami i piaskowcami krzemionkowymi są miękkie i ulegają powolnemu działaniu rozpuszczającemu wody, zawierającej bezwodnik węglowy. W naszym klimacie wapienie nie nadają się przeto do budownictwa zewnętrznego. Pomniki, z kamieni wapiennych lub marmurów wznoszone, prędko matowieją, pękają i kruszą się. Natomiast wapienie i marmury stanowią wdzięczne „tworzywo“ ornamentacyjne i pomnikowe w budowlach zamknię-

tych. Łatwość obróbki i uległość dla ryłca rzeźbiarskiego czynią je materiałem jedynym w swoim rodzaju. Najwspanialsze dzieła sztuki antycznej i nowożytnej zostały wykute w marmurze. Niektóre wapienie, szczególnie zwarte i spoiste, używane są z powodzeniem także i w budownictwie monumentalnym, w krajach o klimacie łagodniejszym, że wspomnimy tu tylko o słynnym „travertino” rzymskiem. W Belgji dobrej sławy zażywa, jako kamień budowlany, karboński szary wapień krynoidowy, zwany „petit granit”. Przeważnie jednak szlachetniejsze gatunki skał wapiennych (marmury) eksploatowane są w celach zdobnictwa wewnętrznego: na okładziny, posadzki, stoły, schody, parapety okienne, toalety, umywalnie i rozmaite drobniejsze „objets d'art”. Przemysł marmurowy kwitnie dziś w Belgji, Francji, Włoszech (Carrara), Grecji (Paros, Pentelikon). W Polsce (Kielce) nie wyszedł on jeszcze ze stadjum powijaków.

Istnieje cały szereg metod, mających na celu ocenę wartości technicznej kamieni budowlanych. Możemy je podzielić na trzy grupy: na metody petrograficzne, na metody techniczno-mechaniczne i na metody statystyczne. Metody petrograficzne niczem się nie różnią od tych, których używamy w badaniach teoretyczno-naukowych. Już samo tylko studjum mikroskopowe budulca kamiennego może w wielu razach dać zupełnie pewną ocenę jego przydatności technicznej. Mikroskop bowiem daje wyraźny obraz budowy kamienia i jego składu, pozwala odczytać i ocenić stan zachowania poszczególnych składników, ich wzajemne stosunki przestrzenne i ich stosunkową ilość. W przypadku granitu (i innych skał ogniowych) na drodze mikroskopowo-optycznej przekonywamy się na pierwszy rzut oka o świeżości jego składników, przedewszystkiem — skalenia. Granity, których skalenie ujawniają wyraźne ślady rozkładu w postaci szypułek kaolinu lub serycytu, są bezwzględnie mniej wartościowe od tych, które są pozbawione tych objawów „chorobliwych”. Kaolinizacja bowiem jest, jak wiemy z mineralogji, procesem destrukcyjnym, związanym z ługowaniem pewnych części składowych skalenia, a więc procesem, rozluźniającym pierwotną ścisłą więź magmatyczną granitu i, co zatem idzie, ułatwiającym dostęp wody atmosferycznej, zwiększającym wsiąkliwość skały, a tem samem, umniejsz-

szającym jej odporność na działanie atmosferyjów. „Świeżość“ skały ogniowej jest tedy naczelnym warunkiem jej wartości technicznej. O świeżości tej możemy ogólnie wnioskować także na podstawie ryczałtowej analizy chemicznej. Jeżeli rozbiór chemiczny wykáže obecność wody lub bezwodnika węglowego w ilości, przekraczającej normy magmatyczne, to kamień należy uważać za nieświeży, za znajdujący się w stanie rozkładu.

Równie ważne usługi oddają metody petrograficzne przy ocenianiu wartości technicznej piaskowców. Chodzi tu przede wszystkim o zdefiniowanie charakteru lepiszcza, sposobu, w jaki łączy ono poszczególne ziarna piasku, o ich wzajemne ustosunkowanie przestrzenne, o wykazanie składników technicznie szkodliwych, jak piryt, kalcyt i t. p. Odpowiedzi na wszystkie te zagadnienia możemy wprost odczytać z preparatu mikroskopowego, posługując się metodami optycznymi. I tu analiza chemiczna może dać również cenne wyjaśnienia: woda i tlenek glinowy świadczą o obecności lepiszcza ilastego, bezwodnik węglowy — wapienno. Co do wapieni i marmurów, to zapomocą badań mikroskopowo-optycznych przekonywamy się o jego zawartości (braku lub obecności porów), o charakterze więzi strukturalnej, o niepożądanych domieszkach, np. pirytu, który, utleniając się, rozpuszcza marmur i powoduje jego „krwawienie“ i t. d.

Metody mechaniczno-techniczne badania wartości kamieni budowlanych są bardzo rozmaite. Jeśli chodzi o kamienie ciosowe, kolumny i belki, stosowane w budownictwie monumentalnym, to najważniejszym momentem, który należy oznaczyć eksperymentalnie, jest wytrzymałość na ciśnienie (zginanie), gdy zaś ma się do czynienia z oceną kamienia drogowego, to przede wszystkim trzeba znaleźć jego twardość i ścieralność. Po za temi momentami zasadniczymi, w badaniu technicznym kamieni nie są bynajmniej obojętne jeszcze dane następujące: współczynnik porowatości (stosunek ciężaru objętościowego do ciężaru właściwego), wsiąkliwość i rozmiękczalność, wytrzymałość na zamrażanie i t. p. Wszystkie te dane oznacza się eksperymentalnie zapomocą swoistych maszyn, urządzeń i operacyj. Opisem tych metod zajmuje się osobna gałąź technologii, zwana nauką o technicznym badaniu i ocenie materiałów budowlanych. Nie

możemy tu wdawać się w ich rozbiór, gdyż przekroczyłyby to zakres i zadanie naszego „Poradnika“. Ograniczymy się tylko do podania kilku liczb doświadczalnych, które charakteryzują najważniejsze cechy techniczne trzech wybranych przez nas na początku typów budulca kamiennego: granitów, piaskowców i wapieni.

	Wytrzymałość na ciśnienie w kg/cm^2	Ścieralność w gr	Porowatość w % objęt.
Granit szwedzki: (Carlshamm)	2681	16.9	4.9
Granit tatrzański: (Roztoka)	1575	22.1	2.4
Piaskowiec karpacki: (Maków)	1429	29.6	7.0
Wapień (dolomit): (Chrzanów)	1287	45.0	14.0

Z liczb przytoczonych widać, że granity nietyle różnią się od piaskowców i wapieni swoją mocą (wytrzymałością na ciśnienie), co ścieralnością i porowatością, które w nich są o wiele mniejsze, niż w skałach osadowych. Mniejsza porowatość jest wyrazem ich większej odporności przeciw wietrzeniu, mniejsza ścieralność jest wyrazem ich większej przydatności w technice drogowej. Ze względu na swą moc wszystkie przytoczone kamienie nadawałyby się do budownictwa monumentalnego, gdyby nie ich porowatość (i wsiąkliwość), czyniąca dwa ostatnie z nich mało odpornymi na działanie czynników atmosferycznych.

Co się wreszcie tyczy metody statystycznej badania wartości kamieni budowlanych, to polega ona na obserwacji gmachów (świątyń, zamków, twierdz, pomników i t. p.), wzniesionych przed latami i wiekami. Stan obecny zachowania tych budowli świadczy w sposób jak najbardziej przekonywający o tem, czy użyty do nich kamień odpowiedział swemu przeznaczeniu pod względem technicznym i estetycznym. Ażeby na tej drodze dojść do wyników prawdziwych, trzeba posiadać dane dokładne tak co do wieku, w którym dany obiekt architektury został wzniesiony, jak i co do pokładów skalnych, z których materiał budowlany

został wydobyty. Trzeba tu jednak uwzględnić także i czynnik klimatyczny, gdyż, oczywiście, budowle ciosowe, wzniesione jednocześnie i z jednakowego kamienia, lecz w rozmaitych i odległych od siebie miejscowościach, mogą wykazać odmienny stan zachowania (rozmaity stopień zwiertzenia) zależnie od lokalnych warunków klimatycznych. Wogóle, metoda statystyczna może mieć zastosowanie tylko w krajach o dawnem i mocno rozwiniętem budownictwie monumentalnem oraz wysokim poziomie techniki kamieniarskiej.

8. ZAKOŃCZENIE.

Wyłożony w rozdziałach poprzedzających „Wstęp ogólny“ do petrografji ma na celu — w myśl programu naszego „Poradnika“ — zapoznanie studującego „samouka“, który przesłuchał już kurs uniwersytecki, z zagadnieniami i metodami nauki o skałach w zakresie nieco szerszym od tego, który bywa zwykle uwzględniany w zwięzłym wykładzie szkolnym. By te problemy petrografji współczesnej bardziej uwypuklić i skonkretyzować, musieliśmy w wielu razach posługiwać się materiałem faktycznym, co wpłynęło w znacznym stopniu na zwiększenie objętości „Wstępu“. Ale sądzę, że „samouk“, który pragnie zorganizować swe dalsze studia poważniej, nie będzie krzyw o to, że zagadnienia niektórych przynajmniej działów petrografji i litologii rozwinęliśmy obszerniej, gdyż ułatwi mu to niewątpliwie wybór kierunku pracy, odpowiadający bardziej jego zamiłowaniu.

Jak wynika z tego dość, jak sądzę, pełnego obrazu nauk mineralogiczno-petrograficznych w ich dzisiejszym rozwoju, usiłowania badaczy współczesnych w tej dziedzinie skierowane są głównie na pogłębienie i syntetyczne ujęcie zagadnień genetycznych. Bez przesady można powiedzieć, że mineralogja i petrografja doby obecnej rozwijają się pod hasłem uogólnień chemji fizycznej. Zwłaszcza petrogenesa skał ogniowych, dzięki badaniom fizyczno-chemicznym ostatnich trzech dziesięcioleci, zyskała wiele na sprecyzowaniu i uogólnieniu zajmujących ją zagadnień. Podkreślaliśmy niejednokrotnie trudności, dziś, zdaje się, niepokonalne, które napotykamy przy eksperymentalnem traktowaniu tych zagadnień. Skały ogniowe, będące, jak wiemy, układami

wieloskładnikowemi, usuwają się dziś jeszcze od ujęcia procesu ich krystalizacji w ogólnym schemacie fizyczno-chemicznym, atoli badania cząstkowe, wykonane nad układami dwu i trój-składnikowemi, które rzuciły tyle światła na całość zagadnienia, każą przypuszczać, że istnieją niewątpliwe możliwości dalszego w tym kierunku rozwoju. A to tem bardziej, że chodzi tu nie o wykrywanie jakichś nowych nieznanych praw, lecz raczej o wyjaśnienie doświadczalne i logiczne powiązanie faktów, znanych nam z obserwacji i bogatej skarbnicy empiryzmu petrograficznego. Jesteśmy zdania, że zagadnienie genezy skał ogniowych w jego fizyczno-chemicznym ujęciu da się rozwiązać jedynie na drodze współdziałania petrografji opisowej z badaniami doświadczalnemi. A nawet powiemy więcej, empiryzm petrograficzny, usubtelniony współczesnemi metodami mikroskopowo-optycznemi i chemicznemi, ma tu głos decydujący. On to bowiem wskazuje granice zagadnień, w których ma się poruszać eksperymentator. Mineralogja i petrografja, jak to z naciskiem już zaznaczaliśmy, są naukami przedewszystkiem geologicznemi, czerpiącemi swe soki żywotne ze skorupy ziemskiej, z ujawnianych w niej stosunków substancjonalnych i strukturalnych. I dlatego ostatnie słowo we wszystkich zagadnieniach genetycznych obu nauk ma zawsze obserwacja geologiczna, do której nagiąć się bezwzględnie musi teoria, będąca objaśnieniem i uogólnieniem faktów spostrzeżonych. Stąd płynie wielkie znaczenie mineralogji i petrografji opisowej, których gruntowne poznanie winno być pierwszym i głównem dążeniem każdego „samouka“.

Zagadnienie krystalizacji minerałów solnych z wody morskiej zostało w ogólnej formie wyjaśnione doświadczalnie przez Van't Hoffa i jego współpracowników. Atoli i tutaj odstępstwa, dostrzegane pomiędzy schematem ogólnym a poszczególnemi złożami solnemi, muszą być wyjaśniane na drodze uzupełniających badań doświadczalnych.

Co się tyczy petrografji skał osadowych, to bujniejszy, niż dotychczas, jej rozwój, należy jeszcze do przyszłości. Zagadnienia nauki o skałach osadowych podaliśmy w rozdziale 4 niniejszego Wstępu (str. 164). Zdaniem naszym, ta gałąź wiedzy o skałach rozwijać się dalej musi w ścisłej łączności z badaniami oceano-

graficznymi, które już tyle nieoczekiwanego światła rzuciły na genezę skał i minerałów, tworzących formacje osadowe. I dlatego polecamy tu jak najgoręcej gruntowniejsze studja nad skałami osadowymi rozpoczynać przedewszystkiem od zapoznania się z sedymentacją dzisiejszych mórz i oceanów (porówn. str. 174 „Wstępu“). Petrograf obeznany z tem, co się dziś dzieje na dnie podmorskiem, spojrzy zupełnie innemi oczyma na osady „kopalne“. Przyszłość nauki o skałach osadowych zależy z jednej strony od dalszego rozwoju badań oceanograficznych, z drugiej zaś — od paleogeograficznego traktowania zagadnienia ich genezy.

STOPIEŃ I.

opracował

STANISŁAW MAŁKOWSKI.

Treść: I. Wstęp: 1. Cel artykułu. 2. Cel i znaczenie nauczania mineralogji na Stopniu I. 3. Potrzebne przygotowanie. 4. Jak się uczyć? Rola książki i atlasu. 5. Metody poznawania oddzielnych minerałów. 6. Program nauczania. 7. Rozszerzanie programu. Przejście do Stopnia II. 8. Znaczenie wycieczek. II. Bibliografia: Uwagi wstępne; a) pogadanki i opowieści z zakresu mineralogji; b) wydawnictwa obejmujące systematyczne przeglądy minerałów.

I.

1. Treść artykułu tego przeznaczona jest przede wszystkim dla tych, którzy postanowili rozpocząć o własnych siłach poznawanie nauki o minerałach. Sądzymy jednak, że nauczyciele szkół początkowych i kursów dla dorosłych oraz nauczyciele domowi, poszukujący odpowiednich podręczników, mogą również znaleźć tu potrzebne dla siebie informacje i pewne wskazówki¹⁾.

¹⁾ Nie łudzimy się, ażeby artykuł niniejszy trafił bezpośrednio do większości samouków, dla których treść jego jest właściwie przeznaczona. Artykuły dotyczące I Stopnia, pomieszczone w „Poradniku“, mają znaczenie głównie programowe. Jeżeli znajdują się one jako materiał w ręku pedagogów lub wogóle ludzi interesujących się nauczaniem, którzy, jak się to często zdarza, bywają doradcami w pracy samouków, wówczas rola tych artykułów będzie w przeważnej mierze spełniona.

Popularnego wydawnictwa poświęconego bibliografji naukowej i odpowiadającego przede wszystkim na pytanie: co należy i co warto czytać? — nie mogą zastąpić bogate treścią tomy „Poradnika dla Samouków“. — Potrzeba poradnika dla samouków, obejmującego wszystkie działy nauk przyrodniczych, ograniczonego jedynie do pierwszego stopnia nauczania i napisanego w sposób jak najbardziej popularny, daje się odczuwać coraz dotkliwiej w rozwijającej się w Polsce pracy samokształceniowej wśród robotników i na kursach dla dorosłych.

Zaznaczamy, że w nauczaniu początkowym i średnim (Stopnie I i II) mineralogja łączy się dziś w sposób najściślejszy z petrografią pod ogólnem mianem mineralogji, wobec tego, w artykułach, poświęconych w tomie niniejszym nauczaniu tych przedmiotów na Stopniu I i II, traktujemy je łącznie.

Interesujących się zagadnieniami, dotyczącemi metodyki nauczania mineralogji, odsyłamy do artykułu poświęconego specjalnie temu przedmiotowi.

2. Tym z pośród czytelników - samouków, którzy czują się na siłach, aby traktować naukę mineralogji poważnie i wytrwale, radzimy nie lekceważyć programu nauczania na Stopniu I. Zwracamy uwagę, że nauka o minerałach należy obecnie do zaniedbanych w nauczaniu zarówno elementarnem jak i średnim. Wskutek tego wszędzie piętrzą się dla pragnącego ją poznawać liczne przeszkody. Starać się więc należy, aby przedewszystkiem początki nauczania, jako fundamenty dalszej pracy, były mocne i pewne. Wykonanie prawidłowe kilku samodzielnych najprostszyc spozrzeżeń i łatwych doświadczeń, dotyczących minerałów, dać może mocną podstawę do następnych usiłowań. Podstawa ta będzie tem mocniejsza, im silniejszą obudzimy w sobie chęć poznawania.

Łatwo może się zdarzyć, że, spotkawszy jakąś trudność, uciekniemy się o pomoc do sucho i bezdusnie napisanej książki, lub podobnie traktującego swój przedmiot nauczyciela; to nas zniechęci, — nie poczujemy w sobie zapału do pokonania wbrew wszystkiemu trudności... Wówczas nie sięgniemy do tajemnic, które wtedy jedynie można odczytywać nawet przy pomocy bezdusznych książek i nudnych nauczycieli, — kiedy zapas sił pozwala na wytrwanie w dążeniu. Siły te gromadzą się i potęgują w pracy gruntownej i systematycznej.

Radzimy więc poddać się próbie: zetknąć się ze światem minerałów bezpośrednio i odpowiedzieć sobie na pytanie, czy warto iść dalej? Dla samodzielnie pracującego samouka wykonanie programu I Stopnia będzie taką właśnie próbą.

Ten pierwszy okres zapoznawania się z minerałami będzie miał i inne nadto znaczenie: oto poznamy kilka ciał, które ciągle mamy przed oczami lub w rękach, a które pomimo to bywają

dla nas pod wieloma względami nieznane. Sól kamienna, siarka, piryt, błyszcz ołowiany, gips, kalcyt, żelaziak brunatny i czerwony, kwarc, mika, skaleń należą do minerałów, które znajdują wielkie zastosowanie w życiu codziennym i technice, a przecież niektórych z pośród nich przeciętnie wykształcony człowiek często nie zna nawet z imienia. Zapoznanie się z nimi rozjaśni obraz zależności człowieka od przyrody i ułatwi zrozumienie współczesnej kultury.

Nauczanie mineralogji na Stopniu pierwszym dać zatem powinno bezpośrednie zbliżenie do świata minerałów (które będzie podstawą w dalszym nauczaniu) i w pewnym zakresie — zrozumienie roli ważniejszych minerałów w życiu człowieka.

3. Zarówno dzieci, jak młodzież starsza i dorośli, uczący się pod kierownictwem nauczycieli, mogą rozpoczynać zapoznanie się ze światem minerałów bez żadnego uprzedniego przygotowania. Rzeczą nauczyciela będzie dobierać materiał i kierować nauczaniem tak, aby poznawane fakty i zjawiska były łatwo zrozumiałe, aby w miarę postępu nauczania wiązały się ze sobą i nawzajem uzupełniały. Natomiast samoucy, mający zamiar zapoznawać się z minerałami w sposób mniej lub więcej systematyczny, powinni w swym programie nauczania oddać pierwszeństwo początkom fizyki i chemji.

Czytanie popularnych książeczek, poświęconych oddzielnym minerałom (np. soli kamiennej, kwarcowi, gipsowi i t. d.), nie wymagające żadnego specjalnego przygotowania, jest wówczas prawdziwie pożyteczne, kiedy możemy wykonać kilka opisanych prostych doświadczeń. Gdyby literatura nasza popularno-naukowa mogła poszczycić się kompletem takich zajmująco i poprawnie wykonanych opisów najpospolitszych minerałów, praca samouków byłaby znacznie ułatwiona. Książeczki te bowiem mogłyby pełnić rolę przewodników. Tak jednak nie jest. Poza kilkoma broszurkami nie możemy nic wskazać samoukom. Muszą się oni zatem uzbroić przedewszystkiem w pewne doświadczenie obcowania ze światem nieożywionym, które im da zaznajomienie się z początkami fizyki i chemji, a następnie, kierując się radami zamieszczonymi w niniejszym artykule, mogą przystąpić do wykonania podanego tu programu nauczania na Stopniu I.

Początki fizyki i chemji dadzą samoukowi, poza bardzo ogólnikowem orjentowaniem się wśród zjawisk przyrody, nieożywiającej, pewien krytycyzm konieczny w wykonywaniu samodzielnych doświadczeń mineralogicznych.

4. Jak się uczyć mineralogji?

Przedewszystkiem nie trzeba rozpoczynać nauki od podręczników i atlasów. Są one najczęściej w początkowym okresie nauczania niepotrzebne, a niekiedy — wręcz szkodliwe.

Radzimy osobom pragnącym uczyć się mineralogji rozpocząć od wybrania (np. według zamieszczonego tu programu nauczania na Stopniu I) kilku minerałów, znanych w życiu codziennem, i wszechstronnego ich zbadania. Dobra książka może być tutaj tylko pomocnikiem i doradcą.

Zanim wyjaśnię, co rozumiem, pisząc o „wszechstronnem zbadaniu“, pragnę słów kilka powiedzieć o atlasach minerałów.

Kształt zewnętrzny i barwa, które jedynie mogą być uwzględnione w atlasie minerałów, stanowią, w przeciwieństwie do przedmiotów świata zwierzęcego i roślinnego, tylko niewielką część cech charakterystycznych, według których możemy minerał rozpoznać. Dobrze wykonany atlas może być prawdziwie pożyteczny jedynie w ręku obeznanego już z przedmiotem człowieka, który będzie w nim szukał pewnych potrzebnych szczegółów. Początkującego zaś atlas bardzo często wprowadza w błąd, a przede wszystkim zaszczepia w nim błędną metodę zapoznawania się z minerałami, polegającą na zwracaniu uwagi jedynie na barwę i kształty zewnętrzne z pominięciem innych cech rozpoznawczych, o których należy koniecznie pamiętać, biorąc do ręki nieznanego minerał.

5. Badanie minerału rozpoczynamy od zdania sobie sprawy, czy ma on wyróżniające go *szczególne kształty zewnętrzne?* Powinniśmy zatem usiłować odpowiedzieć na pytanie, czy posiadany przez nas okaz ma postać prawidłową w całości lub w szczegółach, czy też jest to odłupek o kształtach nieprawidłowych, albo kamyk otoczony na dnie rzeki czy też na wybrzeżu morskiem? W dwóch ostatnich przypadkach nie można sądzić o kształtach naturalnych, właściwych badanemu przez nas minerałowi. Jeżeli zaś minerał dany występuje w postaciach wielościaków (sześciąt,

ośmiościan, dwunastościan i t. d.), powtarzających się nadto na innych okazach tegoż minerału, wówczas przychodzimy do wniosku, że kształty obserwowane są właściwe temu minerałowi. W tym przypadku będziemy mieli do czynienia z *kryształami* tego minerału.

Jeżeli minerał nasz nie będzie wykazywał żadnych szczególnych kształtów wielościennych, może być rozmaicie: albo będzie to okruch większego kryształu, albo będzie to zespół drobnych, zbitych ze sobą kryształków, których nie zauważyliśmy od razu (niekiedy można je dojrzeć dopiero przy pomocy mikroskopu), albo też będziemy mieli do czynienia z minerałem nie posiadającym żadnej szczególnej i jemu właściwej prawidłowej postaci, jak np. krzemień. Rozstrzygnięcie pomiędzy temi trzema możliwościami nie w każdym przypadku jest możliwe dla początkującego.

Może się łatwo zdarzyć, iż sądząc, że mamy przed sobą jeden minerał, będziemy faktycznie mieli do czynienia z zespołem rozmaitych minerałów. Przykładem takiego zespołu będzie granit, złożony z kwarcu, skalenia i miki. Należy więc bacznie sprawdzić, czy posiadany przez nas okaz jest ciałem *jednorodnem*, czy też — utworzony jest z różnych części składowych. W ostatnim przypadku mielibyśmy zatem do czynienia nie z pojedynczym minerałem, lecz ze *skalą*, występującą jako zespół minerałów. Wymieniony przez nas granit nie jest tedy minerałem (jak to często daje się słyszeć w życiu codziennym), lecz skalą.

Połysk i barwa minerału należą do cech, na które należy zwracać szczególną uwagę. Połysk minerału może być metaliczny, lub szklisty, diamentowy, jedwabisty lub perłowy; — wreszcie, badając szereg rozmaitych minerałów, można wyszukać jeszcze inne rodzaje połysków. Brak połysku określamy, mówiąc, iż minerał jest matowy. Barwa minerału jest cechą bardzo zawodną, bowiem jeden i ten sam minerał posiada rozmaite niekiedy barwy, które zależą czasami od obecności bardzo drobnych domieszek innych ciał. Przykładem może być zwykła sól kamienna, której kryształy posiadają niekiedy barwę silnie niebieską.

Określając barwę minerału należy zwrócić uwagę na barwę otrzymanego zeń proszku. W tym celu wystarczy potrzeć badanym minerałem płytkę porcelany niepolewanej (pozbawionej glazury).

Wskutek potarcia pozostaje na porcelanie *rysa*, która nie jest niczem innym, jak właśnie proszkiem badanego minerału. Rzecz naturalna, że dają tego rodzaju rysę tylko minerały miększe od porcelany. Minerale twardsze złością płytkę, rozcierając na proszek samą porcelanę.

Twardość minerału należy dokładnie zbadać, gdyż jest ona ważną cechą rozpoznawczą. Na początek wystarczy, gdy będziemy badali ją przy pomocy zwykłego scyzoryka, rysując jego ostrzem powierzchnię minerału. Przekonamy się wkrótce, że jedne z pośród minerałów scyzoryk będzie rysował bardzo łatwo (te dadzą się rysować paznogciem), inne będą się rysowały trudniej, jeszcze inne — z wielką trudnością, — poznamy wreszcie i takie, które nie będą się dawały rysować w ten sposób, a natomiast ostre ich krawędzie będą rysowały powierzchnię naszego nożyka. Rozróżnimy więc minerały bardzo miękkie, miękkie, twarde i bardzo twarde.

Ważną cechą minerału, która rzuca się odrazu w oczy, bywa jego *łupliwość*. Oto jedne z minerałów łupią się na cieniutkie płytki, inne pod wpływem uderzenia lub ucisku rozpryskują się na cząstki posiadające kształty prawidłowych sześciątów lub innych postaci. Niektóre minerały nie posiadają właściwości łupania się w pewien określony i prawidłowy sposób; — mówimy o nich, że są pozbawione łupliwości. Minerale te, uderzone lub naciśnięte z dostateczną siłą, pękają, ukazując powierzchnie nierówne, czasami przypominające kształty muszli; mówimy wówczas, że mają *przełam* muszlowy. Poza muszlowym rozróżniamy przełam równy, zadzierzysty (jeżeli powierzchnię przełamu pokrywają nierówności w postaci drobnych zadzierek) i t. d.

Aby zawrzeć dobrą znajomość ze światem najpospolitszych otaczających nas minerałów, należy zdać sobie sprawę z ich *ciężaru właściwego*. Najprostszym doświadczeniem, służącym do tego celu, będzie porównanie w rękę ciężaru kilku tej samej mniej więcej wielkości okazów rozmaitych minerałów. Do doświadczenia można wybrać: sól kamienną (ciężar właściwy = 2), piryt (c. wł. = około 5), błyszcz ołowiany (c. wł. = około 7.5). Dorosłym samoukom zalecamy wykonanie kilku oznaczeń ciężaru właściwego minerałów w powietrzu i w wodzie (lub np. w nafcie,

jeżeli dany minerał, jak np. sól kamienna, jest w wodzie rozpuszczalny¹⁾. Dokładne wskazówki, jak oznaczać ciężar właściwy ciał stałych i ciekłych znajdzie czytelnik w podręcznikach fizyki odpowiadających I Stopniowi.

Najdokładniejsze zbadanie właściwości minerału nie wystarczy jednak do tego, abyśmy mogli powiedzieć, żeśmy go poznali, jeżeli nie wyrobimy sobie nadto poglądu *w jakich warunkach minerał ten występuje w przyrodzie*. Nauczanie mineralogji dopiero wówczas nabiera właściwego wyrazu, kiedy potrafimy rozpoznawać minerały nie w muzeach i pracowniach, lecz w miejscach przyrodzonego ich występowania.

Wycieczka do kopalni soli, węgla, rudy żelaznej, — do kamieniołomu lub zwykłej glinianki dać może wiele korzyści umysłowych i radosnych chwil, wywołanych poznaniem rzeczy i zjawisk przedtem niewidzianych, lecz wówczas jedynie, kiedy będziemy wiedzieli czego szukać i na co szczególną zwracać uwagę. W tym razie pomoc nauczyciela, albo też — dobrej książki, posiadającej charakter przewodnika, nie może być niczem zastąpiona.

Wobec braku w naszej literaturze popularno-naukowej przewodników przyrodniczych po kraju, musimy zalecić dorosłym samoukom, jak również nauczycielom, opracowującym plany wycieczek z uczniami, posługiwanie się odpowiednimi rozdziałami podręczników szkolnych (patrz artykuł o nauczaniu na Stopniu II), a przynajmniej — dokładne odczytanie wydawnictw popularnych poświęconych oddzielnym minerałom (patrz niżej: lektura I Stopnia).

Należy przeznaczyć specjalny zeszyt na robienie notatek i rysunków z własnych spostrzeżeń, poczynionych czy to nad minerałami, znajdującymi się we własnym zbiorze, czy też obserwowanymi w kamieniołomach, kopalniach, urwiskach skalnych i t. p. Zeszyt taki przyczyni się niewątpliwie do dokładniejszego obserwowania i utrwalenia w pamięci poznanych zjawisk

¹⁾ W tym przypadku, obliczając ciężar właściwy badanego minerału, należy, rzecz oczywista, uprzednio oznaczyć c. wł. użytej cieczy.

i przedmiotów. Rzecz oczywista, iż notowane tam obserwacje własne trzeba koniecznie porównywać z wiadomościami podanymi w książkach, w przypadku zaś sprzeczności trzeba rzecz całą rozwikłać jak najdokładniej, zasięgając w razie ostatecznym opinii nauczyciela specjalisty.

6. *Program nauczania mineralogji w zakresie I Stopnia.*
Zacznijmy naukę od minerału należącego do najbardziej znanych np. — *soli kamiennej*. Przedewszystkiem należy się postarać o okaz soli ziarnistej oraz — o jeden przynajmniej kryształ soli. Opiszmy dokładnie kształty kryształu. Zbadajmy jego przezroczystość, połysk, twardość. Ukruszmy kawałek kryształu, obserwując przełam i łupliwość minerału. Sprawdźmy, używając w tym celu własnego języka, że kryształ ten jest znaną nam dobrze solą. Porównajmy własności okazu soli ziarnistej z poznanymi własnościami kryształu soli. Zróbmy roztwór soli w wodzie, a następnie, przez powolne odparowanie wody, wydobądźmy zeń sól w stanie stałym; zbadawszy tę sól przy pomocy lupy, porównajmy spostrzeżone tam kształty utworów soli z badanym poprzednio kryształem. Ogrzejmy nieco soli w probówce, aby zbadać, jak się ona zachowuje w wyższej temperaturze. (Trzaskanie soli pochodzi od powstawania pary wodnej z małych ilości wody, obecnej w ziarnach soli w postaci drobnych pęcherzyków). Wprowadźmy na druciku odrobinę soli w blado niebieski płomień lampki spirytusowej, lub palnika gazowego i obserwujmy zmianę barwy płomienia. Jeżeli mamy odpowiednie po temu warunki — oznaczmy ciężar właściwy soli kamiennej.

Po zapoznaniu się praktycznem z solą według tego programu, przeczytajmy sobie książeczkę Dya k o w s k i e g o p. t. „Sól, jej znaczenie dla ludzi, rozpowszechnienie i sposoby występowania“. Potem, gdy zdarzy się sposobność, nie omieszkajmy zwiedzić kopalni soli np. w Wieliczce, jak również warzelni (w Wieliczce, Inowrocławiu lub Ciechocinku).

Dla przykładu rozwinęliśmy szczegółowo plan zapoznawania się z solą kamienną. W dalszym ciągu wymienimy szereg minerałów, które należałoby objąć programem nauczania na Stopniu pierwszym, ograniczając się do zwrócenia uwagi na własności szczególne tych minerałów. Zakładamy zgóry, że minerały te

będą badane przez samouków w sposób równie systematyczny, jak i sól kamienna¹⁾.

Nie każdy z pośród wymienionych tu minerałów posiada w języku polskim popularną i żywo napisaną monografię, tak bardzo pomocną dla samouka. W braku jej, trzeba będzie szukać wiadomości, uzupełniających samodzielnie pozyskaną wiedzę mineralogiczną, w podręcznikach szkolnych.

Jako drugi z kolei minerał radzimy wziąć *siarkę*. Najlepiej będzie, gdy samouk zdoła zaopatrzyć się w okazy siarki pochodzące z kopalni krajowej (np. w Czarkowach nad Nidą²⁾).

W braku naturalnych okazów siarki, trzeba nabyć w składzie aptecznym laskę siarki, będącą przetworem fabrycznym. W obu przypadkach należy obejrzeć okazy siarki naturalnej w muzeum, aby poznać jakie kształty są właściwe kryształom siarki, jaka jest ich barwa, połysk i przełam? Siarka fabryczna będzie się zachowywać tak samo jak naturalna przy ogrzewaniu jej płomieniem na druciku lub blaszce, w probówce lub rurce zgiętej pod kątem rozwartym i z obu stron otwartej (okruch siarki umieszczamy w zgięciu rurki i ogrzewamy go w takim położeniu rurki, aby w jej wnętrzu wytworzyć ciąg powietrza). Poznać należy własności gazu wydzielającego się podczas palenia siarki.

Wskazówki dotyczące doświadczeń z siarką znajdziemy w książeczce Z. Joteyko-Rudnickiej p. t. „Siarka, jej własności, otrzymywanie i potrzeby“.

Po zwiedzeniu muzeum i przeczytaniu wymienionej książeczki, postarajmy się wykonać z gliny, tektury lub ziemniaka model kryształu siarki.

Trzecim, ciekawym i łatwym do zbadania minerałem jest *blyszcz ołowiany* (inaczej zwany *galeną*). Minerał ten jest pospolity na Śląsku, w okolicach Krakowa i Kielc; zdarza się również spotykać go w Karpatach. Otrzymać go łatwo można w każdym składzie pomocy szkolnych. Zwróćmy uwagę na jego po-

¹⁾ Porównaj wyszczególnione wyżej główne cechy minerału, na które trzeba zwracać uwagę.

²⁾ Okazy siarki można nadto zbierać na hałdach starych, dziś nieczynnych kopalń w Swoszowicach pod Krakowem, w Posądzcy (pow. Miechowski) i Truskawcu.

stać, barwę, połysk, twardość, rysę, łupliwość, ciężar właściwy. Ogrzejmy płomieniem gazowym lub spirytusowym odrobinę tego minerału w rurce otwartej (jak wskazano powyżej); sprawdźmy, co to za gaz wydobywa się przytem z rurki?

Nauczycielom gorąco polecamy przy zaznajamianiu uczniów z błyszczem ołowianym użycie dmuchawki ustnej i wytopienie na węglu z tego minerału przy jej pomocy kulki ołowiu. Ten prosty proces metalurgiczny, wykonany przed oczami uczniów, pozostawi w ich umysłach niezatarte wrażenie, jeżeli nauczyciel wykona sprawnie doświadczenie i zdoła wyjaśnić całe zjawisko zrozumiale dla nieprzygotowanych umysłów. Samoukom, którzyby pragnęli poznać sposób postępowania się dmuchawką w badaniu minerałów, radzimy zwrócić się do nauczyciela. Dziś każdy nauczyciel nietylko mineralogji lecz i chemji powinien dobrze znać metody dmuchawkowego badania minerałów.

Iskrzyk albo inaczej *piryt* należy do najbardziej rozpowszechnionych minerałów; prawie wszędzie można go odnaleźć, chociażby w drobnych tylko ilościach. — stąd nosi żartobliwy przydomek „Jaśka wszędobyłskiego“. Znajdujemy go np. często w glinie, — wśród innych minerałów zawierających w swym składzie pożyteczne metale; w węglu kamiennym spotykamy go w postaci owych drobnych okruczków przypominających złoto połyskiem i barwą. O kryształ pirytu nietrudno, jeżeli znajdujemy się w mieście posiadającym skład pomocy naukowych. Poznajmy i opiszmy własności pirytu, zwracając uwagę na zachowanie się jego w ogniu¹⁾, nadto ogrzejmy próbkę pirytu w rurce otwartej i zbadajmy gaz, który się stamtąd wydostaje²⁾. Pozostałości, otrzymanej po długim prażeniu pirytu w rurce lub na blaszce, badać dalej szczegółowo nie będziemy; — zanotujemy sobie tylko, że po roztarciu pozostałość ta da proszek barwy ciemno wiśniowej. Ucząc się dalej mineralogji, poznamy, że takie same własności, jak ów proszek, otrzymany przy prażeniu pirytu,

¹⁾ Ziarnko minerału umieszczamy na cienkiej blaszce i ogrzewamy od spodu, obserwując co będzie. Ogrzewanie należy rozpoczynać ostrożnie, gdyż pirit łatwo się rozpryskuje.

²⁾ Pirit, ogrzewany w próbówce, daje na jej ściankach nalot siarki.

ma minerał bardzo ważny dla przemysłu żelaznego — t. zw. *żelaziak czerwony*.

Kiedy już mowa o *rudach*, z których można otrzymać żelazo, musimy zapoznać się z minerałem bardzo rozpowszechnionym w Polsce, z którego jeszcze w czasach przedhistorycznych wytapiano żelazo. Jest to t. zw. *żelaziak brunatny*. (Podczas gdy żelaziak czerwony daje czerwoną rysę na porcelanie, — żelaziak brunatny daje brunatną). Kryształów jego nie szukajmy, gdyż wyraźnych nigdy nie tworzy, a najczęściej występuje w postaciach zbitych lub pręcikowych, szklistych i innych. Ciekawą cechą tego minerału jest, iż zawiera on w swym składzie wodę, o czym możemy się przekonać, ogrzewając jego okruchy w próbówce: woda wydzielająca się z tego minerału osiadać będzie na chłodniejszych częściach próbówki w postaci drobnych kropelek. Po silnem wyprażeniu otrzymamy poznany już poprzednio proszek koloru wiśniowego.

Rudy żelazne, chociaż tak bardzo ważne w życiu człowieka i ciekawe ze względu na swe własności, nie doczekały się jeszcze niestety przystępnie napisanego opracowania. W braku takiego opisu, obszerniej traktującego przedmiot, samouk może ograniczyć się do przeczytania: rozdziału p. t. „Żelazo i jego rudy“ w *Historji Naturalnej* — B. Dyakowskiego Cz. III, albo też — odpowiednich rozdziałów w podręcznikach Wiśniowskiego lub Petersa (ob. *Bibliografja Stopnia I*).

Następnym z kolei minerałem może być *gips*, znany dobrze w środkowej i południowej Polsce (okolice Buska, Wiślicy, Krakowa, Wieliczki, Bochni) i na Rusi Czerwonej. Po zbadaniu jego cech zewnętrznych, z których uderzy nas doskonała łupliwość i bardzo mała twardość (gips daje się rysować paznogciem), powinniśmy poznać rozpuszczalność tego minerału w wodzie (bardzo słabą, ale jednak dającą się stwierdzić w sposób bardzo prosty). Aby przekonać się o rozpuszczalności gipsu w wodzie, trzeba zaopatrzyć się w niewielką ilość wody destylowanej (przekropłonej), która po odparowaniu nie pozostawia żadnego osadu (co znaczy, że nie posiada rozpuszczonych w sobie żadnych ciał stałych). Jeżeli wsypimy do próbówki nieco potłuczonego gipsu i, nalawszy wody destylowanej, potrzymamy go tam kilka-

naście minut (skłócając co pewien czas zawartość próbówki), to, po oddzieleniu wody od pozostałego na dnie gipsu, przekonamy się, że obecnie, po całkowitem odparowaniu wody, pozostanie osad, który nie może być niczem innym, jak tylko rozpuszczonym podczas doświadczenia w wodzie gipsem.

Ważne, ze względu na zrozumienie procesu przygotowywania gipsu palonego (mającego tak wielkie zastosowanie w rzeźbiarstwie a nawet w codziennym życiu), będzie prażenie w ogniu umieszczonego w próbówce kawałka tego minerału. Zauważymy, że gips prażony zmienia swój wygląd naturalny; staje się nieprzezroczysty, matowy i przybiera kolor mleczno-biały; jednocześnie na ściankach próbówki osiadają kropelki wody. Będzie to więc już drugi poznany przez nas minerał, zawierający w swym składzie wodę. Po silnem wyprażeniu gips daje biały proszek, taki sam jak ten, który możemy kupić w każdej mydlarni, jako gips palony. Proszek ten z wodą daje ciastowatą masę, nadającą się do odlewania i lepienia przedmiotów najrozmaitszych kształtów. Masa ta po niedługim czasie twardnieje.

Możemy polecić do przeczytania książeczkę o gipsie H. S. Laskowskiego p. t. „Gips, jego odmiany, własności i pożytki“.

Niewprawne oko często nie może odróżnić gipsu od innego minerału, który podobnie jak gips posiada doskonałą łupliwość, dając cieniutkie i przezroczyste blaszki. Jest to *łyszczyk*, inaczej zwany *miką*. Nietrudno o okazy łyszczyku, gdyż jest on obecny w wielu kamieniach rozrzuconych po naszych polach. Z wielkich jego kryształów wyrabiane są szyby latarni, cylindry do lamp gazowych i t. p. Porównywając wszystkie cechy tego minerału z gipsem, szczególną uwagę należy zwrócić na sprężystość listków miki i zachowanie się jej w ogniu. Kryształy miki należy zobaczyć w muzeum.

Dobrym znajomym ucznia mineralogji powinien stać się *kalcyt*. Do doświadczeń potrzebny będzie chociażby niewielki kryształ kalcytu, kawałek białego *marmuru* i kawałek *wapienia* jako bliskiego krewniaka kalcytu. Przypatrzmy się kryształom kalcytu i wykonajmy ich modele. Poznajmy własności fizyczne kalcytu, a przedewszystkiem jego łupliwość i twardość. Stwierdźmy przy pomocy lupy, że marmur składa się z drobnych ziarn posia-

dających łupliwość i twardość kalcytu, czyli, że jest utworzony z całej masy drobnych, powstałych obok siebie kryształów kalcytu, które nie miały dość miejsca na rozwinięcie właściwych sobie postaci. (Porównajmy pod tym względem badany marmur z obecnym w naszym zbiorze okazem soli kamiennej ziarnistej). Zbadajmy wreszcie zachowanie się kalcytu w kwasie solnym lub w esencji octowej. Zobaczymy wówczas, że kwas wypędza z kalcytu jakiś gaz. Tak samo będzie się zachowywał wapień. Jak zbadać ten gaz, dowiemy się z książeczki M. Brzezińskiego: „Krótka nauka o ciałach przyrody martwej“ (ob. Bibliografja). Nakoniec, wypalmy silnie w ogniu kawałek kalcytu, marmuru i wapienia, i sprawdźmy, że ze wszystkich tych ciał otrzymaliśmy to, co w życiu codziennem nazywamy wapnem palonem.

Kwarc i skaleń należą do minerałów, z którymi należy się również zapoznać na pierwszym poziomie nauczania mineralogji. Oba te minerały oraz poznany już poprzednio łyszczyk stanowią główne części skały zwanej *granitem*.

Kwarc łatwo rozróżnimy w granicie po jego tłustawym połysku, dużej twardości i braku łupliwości. Postarawszy się o wykształcone w pełni kryształy kwarcu, opiszmy dokładnie jego kształty i porównajmy własności tego minerału z własnościami minerałów dotychczas poznanych. Weźmy trochę piasku np. wiślanego, a zbadawszy go pod lupą, przekonajmy się, że większość jego ziarn posiada cechy kwarcu. Bliskimi krewniakami kwarcu są: *krzemień, rogowiec, agat*.

Do przeczytania polecić możemy książeczki B. Dyakowskiego: p. t. „O piasku i jego krewniakach“ oraz „Szkło i wyroby szklane“.

Skaleń, którego własności musimy również szczegółowo zbadać i opisać, powie nam dużo ciekawych rzeczy o tem, że niema nic trwałego na świecie. Nawet granity, uważane za ideał i wzór trwałości i wytrzymałości, kruszeją i rozpadają się z czasem. Musimy się tedy postarać o kawałek takiego kruszącego się, czyli *wietrzącego* granitu, aby zauważyć, co to za zmiany w nim zachodzą. Zbadajmy obecne w granicie zwiędziałym skalenie i porównajmy je ze świeżemi. Objaśnienie przyczyny i ostatecznych skutków wietrzenia granitu oraz powstawania *gliny* znaj-

dziemy w rozdziale p. t. „Wietrzenie granitu“ w książeczce B. Dyakowskiego „Historja naturalna“ Cz. III.

Program niniejszy można uzupełniać w zależności od tego, które z pośród niewymienionych powyżej minerałów uczeń spotyka w swem otoczeniu. Na Śląsku np. niepodobna nie uwzględnić choćby jednego z pośród minerałów zawierających cynk, wybierając np. *blendę cynkową* albo *galman*. W okręgu częstochowskim lub radomskim trzeba zapoznać się z *syderytem*. W okolicach złóż solnych można zająć się niektórymi minerałami spotykanymi w towarzystwie soli kamiennej, do których należą np. *sylwin* i *anhdyryt* i inne.

Wogóle niepodobna pominąć zapoznania się bliższego z *węglem kamiennym*, przy którym powinna być zwrócona szczególna uwaga na zmianę wyglądu zewnętrznego tego minerału, w zależności od ilości zawartego w nim czystego węgla, popiołu i części lotnych. Sucha destylacja, wykonana w probówce zaopatrzonej w korek z rurką zwężoną przy wylocie (w celu umożliwienia zapalenia ulatniającego się gazu), będzie doświadczeniem ciekawem i pouczającym. Nadto trzeba zwrócić uwagę na roślinne pochodzenie węgla kamiennego, uwydatniające się w odciskach pni i liści drzew dziś nieistniejących. Do przeczytania polecamy książeczkę Z. Jołeyko-Rudnickiej p. t. „Węgiel, jego odmiany, właściwości i pożytki“.

Na zakończenie programu radzimy zrobić przegląd wszystkich dotychczas poznanych minerałów. Uszeregujmy je w porządku wzrastającej twardości tak, aby szereg zaczynał się od najmniejszego a kończył na najtwardszym; porównajmy postacie ich kryształów, posługując się przytem wykonanymi własnoręcznie modelami; później—podzielmy je na grupy według połysku, łupliwości; oddzielmy rozpuszczalne w wodzie od nierozpuszczalnych—topliwe w stosowanym przez nas żarze płomienia od nie-topliwych; przypomnijmy sobie (notując wszystko ściśle), które z poznanych minerałów przy ogrzewaniu wydzielają siarkę, a które wodę? Uprzymińmy sobie wreszcie, czy potrafimy poznać każdy z minerałów osobno i na których jego własnościach oprzemy się w naszym orzeczeniu?

7. Po sumiennem wykonaniu podanego powyżej programu ci z pośród samouków, którzy nabrali zamiłowania do naszej nauki, mogą w dalszym ciągu, np. przy pomocy „Wiadomości z Mineralogji“ T. Wiśniowskiego lub — „Mineralogji“ Petersa (p. Bibliografja), rozszerzać swe wiadomości, kładąc nacisk na gromadzenie własnych zbiorów, na obserwację występowania minerałów w przyrodzie i wykonywanie doświadczeń.

Do doświadczeń z minerałami nie trzeba zbyt wielu środków pomocniczych: szczyryk, szkło powiększające, lampka spirytusowa lub palnik gazowy, kilka probówek i rurek szklanych, mała miseczka porcelanowa — stanowiąc mogą cały inwentarz pierwszej pracowni młodego mineraloga. Znajdzie się tam również dmuchawka, jeżeli uczeń zdołał poznać sposoby obchodzenia się z nią i ma zamiar zapoznawać się z minerałami kruszcowymi (minerały zawierające: ołów, miedź, cynk, żelazo i inne metale). W ten sposób jednak samouk przejdzie już do poziomu II.

8. Nakoniec zalecamy jak najgoręcej odbywanie wycieczek po kraju. Trzeba się starać koniecznie zwiedzić choć jedną kopalnię np. soli, ołowiu, rudy żelaznej lub węgla. Należy przyglądać się pilnie kamieniom polnym, szukając w nich znajomych minerałów, a znalazłszy się np. w Tatrach -- zwracać baczną uwagę na tamtejsze skały i ich składniki, usiłując nadto wytłumaczyć oddziaływanie na ich powierzchnię deszczów i potoków.

W ten sposób najbardziej zbliżymy się wewnątrznie nie tylko do świata minerałów, ale i do ziemi, która jest podstawą naszego bytu.

II.

Wydawnictwa, zaliczone do tego poziomu, najbardziej przystępne i nie wymagające od czytelników żadnego osobnego przygotowania dzielimy na dwie grupy: w grupie a) znajdują się wydawnictwa odpowiadające nauce o rzeczach i dotyczące oddzielnych minerałów (oddzielne opisy pewnych cech charakterystycznych minerałów i najbardziej popularne monografie z zakresu mineralogji); w grupie b) pomieścimy wydawnictwa usiłujące dać ogólnikowy a zarazem elementarny przegląd świata minerałów jako pewnej całości.

Podczas gdy książki należące do grupy a) należy uważać za materiał jedynie do czytania, nie zaś do nauki systematycznej, wydawnictwa z grupy b) będą odgrywały rolę pierwszych podręczników, zawierających w swej treści najprzystępniej pojęte systematyczne układy materiału, należącego do zakresu mineralogii.

Podziału na wydawnictwa przeznaczone dla dzieci i dla dorosłych nie przeprowadzamy, ponieważ książki omawiane poniżej mają charakter wydawnictw popularnych, przeznaczonych naogół „dla wszystkich“, a więc zarówno dla uczącej się młodzieży jak i dla dorosłych. Co się tyczy wydawnictw specjalnie dla dzieci, trzeba zaznaczyć, że mineralogja nie zyskała sobie w literaturze dziecięcej tych praw obywatelstwa, które cieszy się zoologia lub botanika. Tego rodzaju upośledzenie mineralogji nie byłoby jednak zbyt krzywdzące, gdyby obok obrazków ze świata zwierząt i roślin dzieci mogły znajdować przed sobą dobrze pomyślane i ułożone zbiorki minerałów i skał, zaopatrzone krótkimi wskazówkami, dotyczącymi poznawania ich cech najbardziej charakterystycznych.

a) Pogadanki i opowieści z zakresu mineralogji.

Należy podkreślić znaczenie tego rodzaju popularnych opracowań, które, dając żywo przedstawione fragmenty nauki o minerałach, mogą obudzać wśród młodych i początkujących czytelników zainteresowanie i zapal do poznawania tajemnic przyrody, a niekiedy — chęć oddania się pracy naukowej. Wydawnictwa takie wywoływać mogą pragnienie ścisłego i bezpośredniego obcowania z przyrodą, co potem bardzo ułatwi pracę systematyczną w zakresie studjów przyrodniczych.

Niestety literatura nasza jest bardzo uboga w tego rodzaju wydawnictwa.

B. Dyakowski. Pogadanki Mineralogiczne.

I. Sól, jej znaczenie dla ludzi, rozpowszechnienie i sposoby występowania, str. 39, z 12 rycinami. Warszawa, 1907. Skład główny w Księgarni Polskiej J. Sikorskiej.

II. O piasku i jego krewniakach, to jest podobnych do niego minerałach, str. 42, z 13 rycinami. Warszawa, 1922. Skład główny w „Książnicy Polskiej“.

III. Szkło i wyroby szklane (Dopełnienie książeczki „O piasku i jego krewniakach“), str. 39, z 22-a rycinami. Warszawa, 1922. Skład główny w „Książnicy Polskiej“.

Książeczki te, noszące charakter bardzo popularnych opracowań monograficznych, zawierają wiadomości z zakresu mineralogji, pomieszczone wśród opowieści o praktycznych zastosowaniach oddzielnych minerałów i skał. Całość urozmaicają informacje z zakresu historii kultury. Wydawnictwa omawiane mają tę dobrą stronę, że nawiązują między czytelnikiem a przedmiotem, któremu są poświęcone, stosunek dość zażyłej i powszedniej znajomości. Przedmiotem „pogadank” są nasi, codziennie spotykani znajomi, z którymi mamy ciągle do czynienia. Przyjrząwszy się baczniej tym „znajomym” i poznawszy trochę ich historję czytelnik spostrzega, że są bardziej ciekawi, niżby się to z pozoru wydawało.

Książeczki Dyakowskiego niezupełnie odpowiadają tym trudnym do zaspokojenia wymaganiom, które postawiliśmy dla tego typu wydawnictw pierwszego Stopnia. W każdym jednak razie napisane są one żywo i to samo już jest znaczną ich wartością w porównaniu z innymi wydawnictwami, które często raczej odstraszą od zapoznawania się z przyrodą martwą, jako czemś, co nietylko w swej postaci zewnętrznej, lecz i w treści wewnętrznej jest skostniałe i zimne a zarazem — nudne.

Słabą stroną omawianych książeczek są pewne nieliczne zresztą błędy i nieściśłości określeń. Oto np. piasek nazywany jest minerałem, chociaż w tej samej książeczce mówi się wyraźnie, że piasek jest zbiorem różnych minerałów. Gdzieindziej wprowadzono zgoła nienaukową nazwę granitu, używając nazwy „brukowca”, jako jego synonimu, co może wywoływać w umyśle czytelników błędy i nieporozumienia. Innych przykładów tego rodzaju, jako mniejszej wagi, nie przytaczam.

Też same mniej więcej uwagi, które wypowiedzieliśmy o broszurkach B. Dyakowskiego, dotyczą również poniżej wymienionych wydawnictw popularnych Z. Joteyko-Rudnickiej.

Zofja Joteyko-Rudnicka. Siarka, jej własności, otrzymywanie i pożytki, str. 24 z rys. — Wyd. III (Wydawn. im. M. Brzezińskiego) Księgarnia Polska — 1921.

Książeczka napisana żywo i barwnie. Pewne nieściłości opisów (opis doświadczeń nad rozpuszczalnością siarki i powstawaniem kwasu siarkowego) stwierdzi sam uczeń, wykonywając sumiennie doświadczenia i posiłkując się nadto innymi wydawnictwami, np. M. Brzezińskiego p. t. „Krótka nauka o ciałach przyrody martwej“.

Zofja Joteyko - Rudnicka. Węgiel, jego odmiany, własności i pożytki, str. 23 z rys., wyd. III (Wydawn. im. M. Brzezińskiego). Księgarnia Polska — 1920.

Książeczkę tę polecamy pragnącym się nieco zapoznać z własnościami węgla kamiennego, grafitu i diamentu. Radzimy przytem wykonywać wszystkie opisane w książeczce doświadczenia.

— Krzem, jego własności, związki i pożytki, str. 32. Księgarnia Polska — 1903.

W książeczce tej znajdujemy wiadomości o kwarcu i jego odmianach, o granicie, o piasku i glinie, oraz o pierwiastku chemicznym krzemie, który wchodzi w skład wymienionych ciał.

— Saletra, jej własności i pożytki, str. 24 (Wydawn. im. M. Brzezińskiego). Księgarnia Polska — 1911.

Znajdujemy tu oprócz opisu własności i pożytku saletry wiadomości o tem, gdzie się ona znajduje i jak powstała w przyrodzie. Polecamy do przeczytania szczególnie tym, którzy pracują lub mają pracować na roli.

— Fosfor, jego własności, otrzymywanie i pożytki, str. 16 — wyd. III (Wydawn. im. M. Brzezińskiego). Księgarnia Polska — 1918.

W książeczce tej znajdują się wiadomości o pochodzeniu i występowaniu minerałów zwanych fosforytami.

W. S. Laskowski. Gips, jego odmiany, własności i pożytki, str. 16. Księgarnia Polska — 1917.

W opisie gipsu nacisk położony został na znaczenie praktyczne i rozpowszechnienie tego mineralu i jego produktów.

S. Bouffał. Woda pod względem fizycznym i chemicznym, str. 62 z rys. „Książki dla wszystkich“. Księgarnia M. Arcta. Warszawa, 1901.

Pragnący zapoznać się z własnościami tych najbardziej roz-

powszechnionych minerałów, jakimi są woda i lód, mogą z pożytkiem przeczytać książeczkę S. Bouffałła.

Wł. Umiński. Skarby podziemne Polski, str. 37 z rys. (Wydawn. im. M. Brzezińskiego). Księgarnia Polska, 1918.

Książeczka napisana żywo zasługuje na polecenie. Potrzebne jest jednak nowe jej wydanie ze względu na zmianę stosunków politycznych i znaczny postęp wiedzy o skarbach kopalnych Polski.

M. Heilpern. Początki nauki o przyrodzie (podręcznik dla szkół elementarnych). Str. 158, rys. 137. Nakład J. Lisowskiej. Warszawa, 1917.

Wiadomości z zakresu mineralogii znalazły się w trzech rozdziałach: Z dziejów zwyczajnego kamienia. Różne kopaliny. Wnętrze ziemi i jej rozwój (w tem — o kamieniach pochodzenia ogniowego). Są to dość zajmująco opracowane pogadanki. Nie uniknięto i tu jednak pospolitego błędu nazywając minerałami: „Skały, kamienie, granity, sole, metale..“.

M. Heilpern. Pogadanki o tajemnicach przyrody. Część I. Wiadomości wstępne o świecie. Str. 255, rys. 75, wydanie czwarte. Wydawn. M. Arcta. Warszawa, 1916.

Jest to szereg opracowań pogadanek w znacznej liczbie poświęconych zagadnieniom mineralogicznym i przeznaczonych do użytku nauczycieli. Jednak i inteligentny samouk może z pożytkiem posługiwać się tą książką. Dobrą stroną tego wydawnictwa, wynikającą z długotrwałego doświadczenia zasłużonego w popularyzacji nauk przyrodniczych autora, jest systematyczne wpajanie w ucznia właściwej metody poznawania faktów przyrodniczych. Natomiast nie na wszystkie określenia można się zgodzić jak np. „wszystko, co się znajduje samo z siebie w ziemi jest minerałem“; jako przykłady minerałów wymieniono: skały, metale, ziemie i t. d. Zaliczanie gipsu i fosforytów do wapniaków wywoła również płataninę pojęć w umysłach uczniów. Wreszcie: kwarcu mlecznego nie można nazywać albitem, bo takie miano nosi minerał należący do grupy skaleni; dalej jest niejasne, o co chodziło autorowi zaliczającemu marmur wraz z granitem do kamieni różnorodnych? Orzeczenie, iż syenit tem się różni od granitu, że zamiast miki posiada amfibol, jest błędne.

b) *Wydawnictwa obejmujące systematyczne przeglądy minerałów.*

Bohdan Dyakowski. *Historja naturalna. Część III. Przyroda nieożywiona (Mineralogja).* Wyd. III, z 37 rys., str. 74. Warszawa, 1916. Wydawnictwo M. Arcta.

W dawniejszych wydaniach „Historji Naturalnej“ tegoż autora wiadomości dotyczące mineralogji rozproszone były wśród innych, dotyczących świata ożywionego. Autor, starając się zastosować do programów szkół, traktujących osobno mineralogję, zebrał te wiadomości tworząc z nich odrębną część (III) swego podręcznika „Historji Naturalnej“.

Treść książki jest następująca: Przedmowa. Gleba. Gлина i piasek. Próchnica. Wapień. Granit. Gnejs. Wietrzenie granitu. Wapienie. Gips. Siarka. Sól kuchenna. O kryształach. Drogie kamienie. Minerale palne. Żelazo i jego rudy. Miedź i jej kruszce. Ołów, cyna, cynk, nikiel. Metale szlachetne. O budowie skorupy ziemskiej. Zestawienie minerałów. Spis alfabetyczny.

Jest to szereg odrębnych pogadek, których treść wiąże się ze sobą w sposób mniej lub więcej luźny. Pewna całość tworzy się z tych pogadek wskutek tego, że obejmują one wiadomości o minerałach i skałach najbardziej znanych. Jest to więc typ przejściowy pomiędzy książkami zaliczonymi przez nas do grupy a) (nauka o rzeczach) i książkami o charakterze podręczników, których idea główna polega na daniu obrazu *całości* pewnego działu nauki w jej zakresie najbardziej elementarnym. W tym przypadku całość ta dotyczy działu nauki o minerałach i skałach najpospolitszych. Wadą książeczki, poza pewnymi niedokładnościami (natury podrzędnej) jest nierównomierność w traktowaniu przedmiotu. Wada ta, która powstała zapewne w znacznej mierze stąd, że książka została utworzona z wyjątków z poprzednich wydań „Historji Naturalnej“, jest bardzo przykra dla pragnącego zalecać tę książkę jako podręcznik dla uczniów klas najniższych i dla początkujących samouków.

Liczne zadania i pytania, umieszczone po każdej pogadance ożywiają książeczkę i mogą się przydać zarówno samoukowi

i uczniowi, jak również opracowującemu oddzielne lekcje nauczycielowi.

Mieczysław Brzeziński. Krótka nauka o ciałach przyrody martwej, ich własnościach, przemianach i znaczeniu. Str. 192, z licznymi rysunkami. (Wydawnictwo im. M. Brzezińskiego). Księgarnia Polska, 1921.

Treść: Wstęp. Powietrze. Tlen, jego znaczenie i własności. Azot. Dwutlenek węgla. Woda. Piasek. Gлина. Granit. Ziemia rodzajna (gleba). Wapienie. Gips. Siarka. Fosfor. Sól kuchenna. Kopalnia soli w Wieliczce. Węgiel. Torf. Nafta. Żelazo. Miedź. Ołów. Cyna. Cynk. Srebro. Złoto i platyna. Rtęć i inne metale. Zakończenie.

Jest to właściwie bardzo popularnie napisany wstęp do nauki chemji. Zawarte w nim dość liczne opisy własności minerałów pozwalają polecać tę książkę szczególnie tym, którzy, czując zamiłowanie do mineralogji, pragnęliby rozpocząć naukę od pozyskania wstępnych wiadomości z chemji. Tego rodzaju metodę postępowania zalecalibyśmy szczególnie dorosłym, mającym zamiar uczyć się bez pomocy nauczyciela (patrz str. 282).

Po dokładnem zapoznaniu się z treścią tej książki i przeobrażeniu podanych w niej doświadczeń, samouk może przystąpić do wykonania odpowiednio skróconego programu nauczania na Stopniu I. (patrz str. 287), posiłkując się opisami oddzielnych minerałów (Dyakońskiego, Joteko-Rudnickiej i innych) i podręcznikami: T. Wiśniowskiego p. t. „Wiadomości z mineralogji“ lub Petersa (przekład J. Morozewicza) p. t. „Mineralogja“ (patrz niżej).

Poszukujący wiadomości o zastosowaniach praktycznych minerałów, znajdują sporą ilość tego rodzaju wiadomości w książce:

Mieczysław Brzeziński. Z dziedziny przyrody i przemysłu. Cz. III i IV. Ziemia. Przyroda martwa. Nad ziemią. Str. 197 z 141 rysunkami. Wydanie 8-me, przejrane i dopelnione przez W. Umińskiego. Wyd. M. Arcta. Warszawa, 1921. Treść: *Ziemia*: Wycieczka za rogatki. Podróż do środka ziemi. *Z dziedziny przyrody martwej*: Dzieje kawałka brukowca. Gлина cegły, wyroby garncarskie. Szkło, huta szklana. Kreda i jej krewniacy: wapniowiec, marmur, gips. Węgiel kamienny, koks, torf,

gaz oświetlający, nafta, asfalt. Sól kuchenna i jej otrzymywanie. Opis Wieliczki. Żelazo. Odwiedziny u kowala. U ślusarza. W blacharni. Miedź, mosiądz, bronz. Srebro. Złoto. Platyna. Druki i książki. *Nad ziemią*: Powietrze. Dzieje kropli rosy. Burza. Słońce i księżyc. Wschód i zachód słońca. Mierzenie czasu. Gwiazdy, planety, komety. Zaćmienie słońca i księżyca.

Tadeusz Wiśniowski. Wiadomości z mineralogji dla klas niższych szkół średnich. Str. 98 z rysunkami. Nakład K. S. Jakubowskiego. Lwów, 1903.

Treść: Piasek i kwarc; piaskowce, zlepieńce i t. p. O szkle. O granicie; o łyszczykach i ortoklazie. O porfirze, trachicie i bazalcie; o gnejsie, łupku łyszczykowym i talkowym. O porcelance, rozmaitych glinach i o glebie. O wyrobach glinianych, czyli ceramicznych. Kruszcze żelaza (limonit, hematyt, magnetyt, syderyt). Żelazo i jego wytapianie. O złocie i platynie. Piryty i pokrewne kruszcze miedzi, niklu, ołowiu, srebra, rtęci, cynku i cyny. O znajdowaniu się wogóle metali i ich kruszców na ziemi. Siarka. O gipsie, soli kamiennej i sylwinie; o sposobach dobywania soli. O tworzeniu się pokładów gipsu, soli kamiennej, sylwinu i t. p. Wapień i aragonit. O wapnie, cemencie i o ich użytku. Węgle kopalne. O kopalniach węgla kamiennego. Olej skalny czyli nafta, wosk ziemny i asfalt. Dobywanie oleju skalnego i przerabianie go na naftę do oświetlenia. Ozdobne czyli drogie i półdrogie kamienie. O sposobach użycia ozdobnych kamieni, o szlifowaniu ich i t. p. Systematyczny przegląd opisanych kamieni. Dodatek: Wskazówki dla zbierających minerały. skały, skamieniałości it. p. Wykaz minerałów znajdujących w Galicji (pierwiastki, lśnienie, tlenki, krzemiany, węglany, fosforany, siarkany, solowce, węglowce). Skorowidz rzeczowy, wykaz miejscowości z minerałami, wymienionych w dodatku. Tablica: idealny przekrój przez kopalnię węgla.

Byłoby pożądanę ukazanie się nowego wydania tej książki, przystosowanego do zmienionych warunków politycznych. Gruntowna rewizja treści doprowadziłaby również do pewnych zmian i uzupełnień odpowiadających współczesnemu stanowi nauki

Karol F. Peters. Mineralogja, z niemieckiego przełożył J. Morozewicz — str. 206 z rysunkami. Gebethner i Wolff. Warszawa, 1894.

Treść: Wstęp. Kryształy. Znaczenie kryształów. Sól kamienna i sól kuchenna. Chlorek potasu. Fluorek wapnia albo fluspat. O kalcycie. Aragonit. Gips, anhydryt, baryt, kwarc i opal. Hornblenda i augit. Grupa miki. Granat. Grupa feldspatu. Turmalin. Niektóre wodne związki krzemionki. Niektóre związki metali ciężkich z tlenem. O wodzie. Węgiel jako minerał. Węgiel z wodorem, jako gaz, jako olej skalny, asfalt, bursztyn. O niektórych metalach. Siarka i związki jej z metalami. Apatyt, ałun, koperwas żelazny i miedziany. Zakończenie. Dodatek (wykaz przedmiotów, jakie czytelnik powinien posiadać; alfabetyczny spis minerałów wspomnianych w tej książce).

Aczkolwiek książka ta ukazała się dość dawno i niejedno pod względem faktycznym i metodycznym należałoby w niej inaczej przedstawić, to jednak szczęśliwemu jej posiadaczowi (od dawna jest już wyczerpana) może ona oddać duże usługi. Nie radzimy tylko studjować jej systematycznie, lecz natomiast uciekać się do niej w przypadku poszukiwania wiadomości o minerałach, które nas w danej chwili zajmują, co ułatwia spis alfabetyczny umieszczony na końcu książki.

Książka ma charakter systematycznie ułożonego podręcznika, korzystanie z niego wymaga początkowych wiadomości z fizyki, chemji i geologii.

Ze względu na znaczny zakres obejmowanego materiału podręcznik Petersa należy umieścić na pograniczu między Stopniami nauczania I i II.

Sprockhoff. Ze świata mineralnego — przełożył Ksawery Sporzyński, z 50 rysunkami, str. 159. „Książki dla wszystkich“ M. Arcta. Warszawa, 1906.

Książeczka Sprockhoffa przeznaczona jest dla tych, którzy chcą się zapoznać ze światem mineralnym najbliższym człowiekowi w codziennym jego byciu. Jest jednak dość trudna do czytania ze względu na układ i suchy sposób wykładu. Treść wymaga znajomości początków chemji. Wiadomości o Polsce bardzo mało, a i te, które znajdujemy, bywają nieściśle lub nie odpowiadają już dzisiejszemu stanowi nauki. Książeczki tej nie polecamy do czytania tym, którzy, nie orjentując się dobrze, czem jest mineralogja, pragnęliby poznać tę naukę w stopniu elementarnym. Czytana być może z pożytkiem jedynie przez tych, którzy czują już w sobie, w stosunku do nauki o minerałach, żywą sympatję i pragnęliby tylko uzupełniać swe wiadomości. Wiadomości tych, często o znaczeniu praktycznem, jest w omawianej książeczce sporo.

Poniżej podajemy tytuły książek, znajdujących się obecnie na półkach księgarskich, które nie nadają się do nauczania mineralogji.

Paweł Bert. Kurs elementarny nauk przyrodniczych. Rok trzeci, dla dzieci od 12-tu po 14-tu lat. Z 48-go wydania oryginału przełożyła Anna Kratzer, str. 454 z rysunkami. Wydanie nowe. Skład główny u M. Arcta. Warszawa — 1918.

Mineralogja została uwzględniona w rozdziale III p. t. „Kamienie i pokłady”. Wykład chaotyczny. Liczne błędy rzeczowe.

E. Sokolnicka. Kurs elementarny zoologji, botaniki i zoologji. Część I — Zoologja. Część II — Botanika, Mineralogja, str. 80 z rysunkami. Wydanie siódme. Nakład L. Fiszera w Łodzi — 1922.

Rozpowszechnienie tego wydawnictwa, które doczekało się już 7-go wydania, świadczy wymownie o niskim poziomie uprawy mineralogji u nas. Znaczna liczba błędów rzeczowych.

Helena Litauer-Oppenheimowa. Podręcznik nauk przyrodniczych dla szkół elementarnych, zeszyt III. Przyroda martwa. Str. 59, z rys. Nakład księg. Ludwika Fiszera w Łodzi — 1916.

Wiadomościom tyczącym się minerałów poświęcono stron 24. Liczne błędy. Wadliwa metoda przedstawiania przedmiotu.

Felks Piotrowski. Skąd się wzięły kamienie na polach naszych i jak się utworzyły?. Wydanie drugie zmienione i powiększone, str. 29. Księgarnia Polska — 1918.

Książeczka jest przeładowana opisami faktów i napisana chaotycznie. Zawiera błędy.

Jerzy Cienciąła. Młody mineralog — wskazówki do zbierania minerałów, str. 118 z 75 rysunkami. Tomik 4 „Ilustrowanej Biblioteki dla Młodzieży” Nakład księgarni B. Kotuli — Cieszyn — 1923.

Treść obejmuje: wiadomości z zakresu krystalografji geometrycznej i fizycznej, sposoby badania chemicznego minerałów na drodze suchej i mokrej, opisy minerałów rozklasyfikowanych na podstawie barwy i twardości, wiadomości o skałach oraz — uwagi o zakładaniu zbiorów minerałów.

Ukazanie się takiej książeczki należałoby powitać z wielką radością, gdyby nie była ona w tym przypadku niedbałym i pobieżnie skróconym przekładem wydawnictwa niemieckiego (Der Mineraliensammler H. Wohlbold'a — patrz: Bibliografja II Stopnia). Głównem uchybieniem natury dydaktycznej jest udzielanie czytelnikowi informacji, które on musi przyjmować „na wiarę”, nie rozumiejąc ich treści. Przytaczane np. przez autora symbole krystalograficzne grają w tej książeczce rolę istnych znaków i liczb apokaliptycznych. Niektóre opisy minerałów — dzięki skwapliwemu posługiwaniu się nazwami o brzmieniu cudzoziemskim, symbolami i metodzie polegającej na tem, ażeby przeciw coś o tym przedmiocie powiedzieć — przypominają żywo objaśnienia, które spotkać można w wędrownem „muzeum panopticum”.

Z głęboką przykrością należy stwierdzić, iż tłumacz wydawnictwa obcego (w dodatku — niedbały) występuje tutaj w roli autora pracy oryginalnej. Podobne „wzbogacanie“ literatury naukowej własnego narodu zasługuje na jak najsurowsze potępienie.

Atlasik minerałów kieszonkowy. 12 tablic kolorowych oraz tekst objaśniający. „Książki dla wszystkich“. Wyd. M. Arcta w Warszawie.

Trzeba zauważyć, że nawet w przypadku idealnie wykonanych wizerunków minerałów wartość ich jest niewielka dla pragnących zapoznawać się z mineralogią. (Korzystanie z atlasów mineralogicznych zostało omówione powyżej na str. 283). W wydawnictwie omawianem bodaj większość wyobrażeń minerałów nie odpowiada najzupełniej temu, co można spotkać w przyrodzie. Tekst objaśniający suchy i nudny, zawiera nadto błędy.

Te same uwagi należy zastosować również do wydawnictwa p. t.

Historja naturalna w obrazach: Świat roślin. Świat minerałów. 268 rycin kolorowych do nauki poglądowej, format in 4°. 6 tablic zawiera 99 rysunków minerałów. Wydawnictwo M. Arcta. Warszawa (bez daty).

STOPIEŃ II.

opracował

STANISŁAW MAŁKOWSKI.

Treść: I. Wstęp: 1. Kategorie samouków. Nauczanie mineralogii w szkole średniej. 2. Nauczanie mineralogii na kursach dla dorosłych. 3. Potrzebne przygotowanie. 4. Krystalografia w nauczaniu mineralogii na Stopniu II. 5. O minerałach bezpostaciowych w nauczaniu na Stopniu II. 6. Czy mineralogii należy uczyć się razem z chemją, czy razem z geologją? 7. Cel nauczania mineralogii na Stopniu II. 8. Program nauczania mineralogii na Stopniu II. 9. Ćwiczenia praktyczne z zakresu mineralogii. Pomoce naukowe. 10. Znaczenie wycieczek mineralogicznych. II Bibliografia: Uwagi wstępne; a) podręczniki; b) klucze do oznaczania minerałów, wskazówki dotyczące gromadzenia zbiorów i wykonywania ćwiczeń praktycznych, przewodniki wycieczkowe i t. p.; c) wydawnictwa z zakresu mineralogii i petrografji ziem polskich; d) wydawnictwa z zakresu mineralogii i petrografji stosowanej; e) podręczniki stanowiące przejście do Stopnia III i lektura uzupełniająca nauczanie na Stopniu II.

I.

1. Rozróżniamy następujące kategorie samouków, którzy, posiadwszy elementarne wiadomości z mineralogii (patrz Stopień I), pragną w dalszym ciągu zaznajamiać się ze światem minerałów: a) ci, którym poznawanie minerałów i skał sprawia samo przez się zadowolenie (jest to zatem grupa studujących mineralogję dla celów idealnych); b) pragnący opanować kurs szkoły średniej w celu uzyskania matury albo t. zw. „ogłady“ umysłowej (co według panujących mniemań jest równoznaczne ze strawieniem z lepszym lub gorszym skutkiem programu szkoły średniej); c) pragnący uzupełnić fachowe wykształcenie (różne kategorie techników).

Wśród kategorii pierwszej *a)* znajdziemy takich, którzy, odczuwając pociąg do nauk geologicznych lub w szczególności do mineralogji, myślą o pracy naukowej w tych dziedzinach — i takich, którzy, poświęcając się innemu fachowi, zajmować się pragną mineralogją z amatorstwa, gdyż znajdują w niej szereg zadowoleń natury umysłowej (specjalny zakres i metody poznawania i myślenia mineralogicznego), estetycznej (piękno świata nieożywionego) a nawet moralnej — co może się wydać dla niektórych bardzo dziwnem — a jednak takim nie jest, jeżeli się zważy wpływ wychowawczy mineralogji (o czem mówimy obszerniej w artykule p. t. „Metodyka nauczania mineralogji na Stopniu I i II“).

Ta kategoria samouków będzie miała do wykonania zadanie największe lecz zarazem — najłatwiejsze, albowiem rozporządza ona atutem, wobec którego ustępują zazwyczaj wszystkie trudności. Jest nim: umiłowanie przedmiotu. O programie pracy tej kategorii samouków pomówimy niżej.

Ci, którzy stawiają sobie jako cel przejście kursu szkoły średniej, będą musieli z konieczności stosować się do programów szkół średnich i posiłkować się podręcznikami szkolnemi. Zalecamy im posługiwanie się podręcznikami: T. Wiśniowskiego „Zasady mineralogji i geologii“ jak również — Duchowicza i Wiśniowskiego „Wiadomości z chemji i mineralogji“ (patrz: Biblijografja) z równoczesnem wykonywaniem jak największej liczby ćwiczeń, doświadczeń i wycieczek, gdyż książka sama nie może wystarczyć przy nauczaniu w dziedzinie nauk przyrodniczych wogóle, a więc i w mineralogji w szczególności.

Nie wątpimy, że niejednen z pośród uczących się kategorii *b)*, po bezpośredniem zetknięciu się ze światem minerałów, pozna, że nauka nasza nie jest taka sucha i nudna, za jaką uchodzi. Wówczas w uczeniu się mineralogji samouk ten dostrzeże nie tylko cele praktyczne, lecz i idealne, a przez to samo przejdzie do grupy *a)*, omawianej poprzednio.

Wśród pragnących uzupełnić swe wykształcenie fachowe (kategoria *c)* trzeba będzie rozróżnić grupy obejmujące rozmaite fache. Górnicy, hutnicy, pracownicy niektórych gałęzi przemysłu chemicznego, jubilerzy i kamieniarze będą interesowali się mine-

ralogją w stopniu i zakresie rozmaitym. Do zainteresowanych zagadnieniami mineralogicznymi należy zaliczyć również i rolników (gleboznawstwo opiera się w znacznym stopniu na mineralogji).

Najlepiej, gdy grupa pracowników pewnego fachu, mających zamiar uzupełnić swe wykształcenie ogólne i specjalne, zorganizuje „kurs uzupełniający“, który poprowadzą nauczyciele specjaliści. Takie kursy poczynają powstawać w naszym kraju coraz liczniej. Samouk tej kategorii, pragnący iść o własnych siłach, będzie miał obecnie do zwalczania liczne trudności, przede wszystkim zaś trudności te zjawiają się odrazu przy wyborze odpowiednich do nauki książek. Nie posiadamy bowiem naogół dobrych wydawnictw mineralogicznych, któreby mogły posłużyć przedstawicielom rozmaitych fachów do potrzebnego pogłębienia i uzupełnienia swego wykształcenia. Wszyscy oni muszą korzystać z podręczników używanych w szkołach średnich, przeważnie zbyt mało uwzględniających praktyczne zastosowania minerałów. Wiadomości te można uzyskiwać po jakimś takim opanowaniu programu nauczania na Stopniu II z książek obcych, obejmujących takie działy jak: minerały kruszcowe, minerały solne, kopaliny palne i t. d. o czem — patrz w Bibliografji Stopnia III.

2. Odrębną grupę uczących się będą stanowili słuchacze kursów dla dorosłych i uniwersytetów ludowych, rozwijających się obecnie coraz poważniej w kraju naszym. Wśród tej grupy uczących się znaleźć możemy przedstawicieli wszystkich wymienionych powyżej kategorii. Wszyscy oni jednak podlegają mniej lub więcej stałemu kierownictwu nauczycieli. To, co nauczycielom w szczególności pragnęlibyśmy powiedzieć na temat nauczania tej grupy, znajdzie się w rozdziale p. t. „Metodyka nauczania“. Tu położymy nacisk na potrzebę dobrego wykonania programu nauki na I Stopniu przed przystąpieniem do Stopnia II. Program ten może być znacznie pełniejszy i bogatszy w zależności od stopnia zainteresowania słuchaczy oraz w zależności od posiadanych przez nich wiadomości z fizyki, chemji i geometriji.

3. Przygotowanie do studjowania mineralogji na Stopniu II powinno obejmować: zaznajomienie się z kursem fizyki i chemji oraz stereometriji. Dlatego mineralogja bywa umieszczana w pro-

gramie wyższych klas szkół średnich (obecnie w programie klasy 7-ej gimnazjum przyrodniczo-matematycznego).

4. W nauczaniu mineralogji na Stopniu II spotykamy się z elementami nauki, która niegdyś tworzyła jedną całość z mineralogją, lecz dziś stanowi odrębną i pięknie rozwiniętą naukę. Jest nią nauka o kryształach, czyli *krystalografja*. Nauka ta narodziła się w pracowniach badaczy minerałów, gdyż badane najpierw kryształy były kryształami minerałów. Później nauczano się wytwarzać kryształy sztuczne rozmaitych ciał, a między nimi takich, które w przyrodzie zupełnie nie występują. Zdołano *skryształizować* takie substancje, które były znane jedynie w stanie niekryształicznym czyli *bezpostaciowym*, między innymi — wiele należących do świata organicznego. Zdołano wreszcie przeniknąć w dużym stopniu tajemnicę wewnętrznej budowy kryształów i opracowano metody badania sposobów rozmieszczenia w kryształach cząstek materji. Krystalografja, dzięki swym specjalnym celom i ścisłym metodom badania, posiada dziś stanowisko odrębne w dziedzinie nauk przyrodniczych.

W mineralogji nie możemy się obyć bez pomocy krystalografji, daje nam ona bowiem znakomite metody przenikania tajemnic świata minerałów i rozpoznawania oddzielnych świata tego przedstawicieli. Że jednak znaczenie krystalografji dla mineralogji zarysowuje się w całej pełni dopiero na najwyższym poziomie nauczania, w starczy, gdy na Stopniu II zapoznamy się jedynie powierzchownie z rozmaitemi typami kryształów i zrozumiemy prostsze prawa tej nauki oraz w przybliżeniu — w celu lepszego rozejrzenia się w bogactwie form kryształicznych — zasady podziału kryształów na grupy.

Tych, którzy się zainteresują specjalnie zagadnieniami krystalografji, odsyłamy do tomu IV „Poradnika“, specjalnie tej nauce poświęconego, uprzedzając jednak, że studjowanie krystalografji może się rozpocząć właściwie dopiero po sumiennem zaznajomieniu się z kursami: matematyki, fizyki, chemji i mineralogji, odpowiadającemi II emu poziomowi nauczania.

5. Samouk studjujący mineralogję w zakresie Stopnia II go powinien zdać sobie dokładnie sprawę z tego, że świat minerałów tworzą nie tylko i jedynie ciała jednorodne i chemicznie

określone, posiadające właściwe sobie postacie wielościannów (kryształy), powtarzające się w sposób prawidłowy w tym samym mineralu niezależnie od tego, skąd dany jego okaz został wzięty oraz — jaka jest jego wielkość. Takie minerały nazywamy, jak wiadomo, *minerałami krystalicznymi*. Oprócz nich wszakże nazywamy minerałami i takie ciała jednorodne i chemicznie określone, które występują w skorupie ziemskiej, nie posiadając postaci krystalicznej. Znamy je w postaciach kulistych, bulastych, nerkowatych, groniastych, albo też — w zbitych masach, zawdzięczających swą postać warunkom zewnętrznym. Są to t. zw. *minerały bezpostaciowe*. Na tę grupę minerałów zwrócono uwagę dopiero stosunkowo niedawno i dlatego, chociaż ma ona licznych przedstawicieli w przyrodzie, opracowana jest dotychczas stosunkowo mało

Krystalografia potrafi dziś dowieść, że postać zewnętrzna kryształu jest wynikiem jego budowy wewnętrznej, ułożenia w nim atomów materji. Sprawami ułożenia cząstek i atomów w ciałach bezpostaciowych zajmowano się dotychczas bardzo mało.

Z powyższego wynika, że obie wymienione tu grupy tworzące świat minerałów zbadane są niejednakowo. Minerały krystaliczne stanowią tedy będą główny przedmiot nauki mineralogji w zakresie Stopnia II-go.

Wspomnieć nadto należy o odrębnej grupie minerałów istniejących w przyrodzie w stanie ciekłym (woda, rtęć, oleje skalne).

Ciała gazowe, wchodzące w skład skorupy ziemskiej, nie są zaliczane do zakresu mineralogji.

6. Czy mineralogji należy się uczyć razem z chemją nieorganiczną, czy też — w związku z geologją?

W tych szkołach średnich, gdzie wogóle nauczanie początków mineralogji wchodzi w zakres programów, spotykamy się z obydwojma powyżej wymienionemi sposobami wiązania mineralogji z innym przedmiotem.

Zaletą sposobu wiązania nauczania mineralogji z nauczaniem chemji nieorganicznej jest: stosowanie w poznawaniu cech minerałów doświadczeń chemicznych oraz wiązanie obserwowanych zjawisk i faktów należących do świata minerałów z pozna-

wanemi prawami chemji. To niezmiernie ożywia przedmiot i, w porównaniu ze spotykanemi w szkolnych podręcznikach mineralogji suchemi i nudnemi opisami cech zewnętrznych minerałów, czyni go dla umysłu ucznia bardziej pociągającym. Nadto, poznawane zasady chemji zyskują ilustracje wzięte często z najbliższego otoczenia ucznia, wskutek czego chemja w nauczaniu szkolnem staje się bardziej związaną z całym tłem życia.

Wiązanie w nauczaniu mineralogji z geologją ma jednak przewagę nad wiązaniem jej jedynie z chemją.

Mineralogja jest nauką o składnikach skorupy ziemskiej, a przez to wchodzi do całokształtu nauk geologicznych i w oderwaniu od nich traktowana być nie powinna.

Opis chemicznych własności minerałów jest w mineralogji sprawą niezmierniej wagi. Chemja, jako nauka pomocnicza w naukach geologicznych, dopomaga do wyjaśnienia wielu podstawowych zagadnień jak np.: powstawania i rozkładu minerałów i skał. Nie możemy jednak twierdzić, żeśmy poznali, dajmy na to, sól kamienną, jeżeli tylko znamy jej własności chemiczne i potrafimy ją wykrystalizować z roztworu. Pozostaje bowiem cały szereg spraw dotyczących jej własności fizycznych i krystalograficznych, pozostaje sprawa zrozumienia warunków geologicznych, od których zależy istnienie rozmaitych typów złóż solnych.

Nauczanie mineralogji na Stopniu II daje się związać w sposób najbardziej racjonalny z nauką o zjawiskach wywołanych siłami działającymi w skorupie ziemskiej i w głębi ziemi (geologia dynamiczna).

W związku z nauczaniem chemji mineralogja sprowadza się do roli nauki pomocniczej, co na dobre wychodzi chemji, a stanowczo mija się z celem nauczania mineralogji. Najlepiej, kiedy nauczanie mineralogji łącznie z geologją poprzedzone jest nauczaniem chemji, opartem na materiale mineralogicznym.

7. Nauczanie mineralogji ma swoje własne cele. Głównym celem nauczania mineralogji na II Stopniu winno być: *zbliżenie wewnętrznego ucznia do świata minerałów przez poznanie najwybitniejszych i najważniejszych dla człowieka przedstawicieli tego świata i przez zrozumienie podstawowych praw rządzących tym światem.*

Aby cel ten osiągnąć, trzeba poznać podstawowe prawa fizyki i chemji, trzeba osiąść elementy krystalografji, trzeba wreszcie poznawać minerały nie w oderwaniu od naturalnego ich podłoża, lecz w związku z tem podłożem czyli — w związku ze zjawiskami geologicznymi, których te ciała są widowym wynikiem.

8. Poniżej przytaczamy szkic programu nauczania na Stopniu II-im, według którego samouk (po przejściu nauczania na Stopniu I) mógłby studjować naszą naukę, posiłkując się kilkoma książkami, a przedewszystkiem — opierając się na własnych doświadczeniach i spostrzeżeniach, dokonanych, czy to we własnym laboratorium domowym, czy to w muzeum, czy też na wycieczce.

Program nasz ułożony został w postaci tematów lub zagadnień, których dokładne opracowanie odtworzy pewną całość obejmującą to, co według nas przedewszystkiem miłośnik mineralogji, a również każdy wykształcony przeciętnie człowiek z zakresu mineralogji wiedzieć powinien.

1. Podział minerałów na krystaliczne i bezpostaciowe. (Konieczna wycieczka do muzeum i wyszukanie przykładów dla obu grup; przykłady minerałów bezpostaciowych: opał, siarka bezpostaciowa, bursztyń; minerały krystaliczne: sól kamienna, kwarc, gips, siarka, piryt. Obserwacja i opis minerałów złożonych z kryształów, które nie zdołały rozwinąć swych kształtów np.: sól kamienna ziarnista, chalcedon, ziarna kalcytu w marmurze).

2. Powstawanie kryształów. (Sztuczna krystalizacja z roztworu: soli kamiennej, alunu, siarczanu miedzi. Wycieczka do huty szklanej czy żelaznej w celu zebrania kolekcji utworów krystalicznych, obecnych w zużłach i szlakach. Obserwowanie przy pomocy lupy gwiazdek śniegowych. Jeżeli warunki pozwolą — obserwowanie przy pomocy mikroskopu powstawania kryształów wskutek parowania kropli roztworu soli).

Odtworzenie osadu bezpostaciowego (np.: przez strącenie kwasem solnym z roztworu szkła wodnego krzemionki, albo też amoniakiem — wodorotlenku żelazowego lub glinowego).

3. Zbadanie rozmaitych typów kryształów naturalnych oraz — modeli wykonanych z drzewa, tektury lub wykrojonych z ziemniaka. (Użycie kątomierza. Doświadczalne sprawdzenie przy pomocy kątomierza *prawa stałości kątów* na przykładzie np. ścian słupa w kryształach kwarcu. *Symetria kryształów*. Elementy symetrii: oś symetrii, płaszczyzna symetrii. Środek symetrii. Postacie krystalograficzne: sześciąt, ośmiościan, czworościan, dwunastościan rombowy, dwunastościan pięcioboczny, ośmiościan piramidalny, dwudziestościan deltoidowy, czterdziestościan; słup sześciokątny (heksago-

nalny), dwupiramida sześciokątna, romboedr, skalenoedr, dwuścian podstawowy; stupy czterokątne: pionowe, poprzeczne i podłużne (o przekroju kwadratowym i rombowym), dwupiramidy czterokątne; kryształy jednoskośne i trójskośne).

4. Zależność własności fizycznych kryształu od kierunków krystalograficznych [przewodnictwo cieplne (przykład blaszki gipsowej przebitej ogrzewanym drutem, dookoła którego następuje odwodnienie gipsu o rozmaitem natężeniu w zależności od kierunku), — twardość (kalcyt), —spójność (rozmaite przykłady łupliwości), —rozpuszczalność (kształt t.zw. „figur trawienia“), —własności termoelektryczne (przykład turmalinu ogrzewanego a następnie posypanego mieszaniną pyłu minji i siarki), — własności optyczne (przykłady wielobarwności niektórych minerałów; szybkość rozchodzenia się światła w różnych kierunkach kryształu)].

Różnica między symetrią geometryczną a symetrią krystalograficzną (na przykładzie sześciianów soli kamienniej i sylwinu, galeny i pirytu).

5. Pojęcia dotyczące wewnętrznej budowy kryształów (w takim zakresie, jak na to pozwolą wiadomości z fizyki).

6. Sposoby powstawania minerałów w przyrodzie:

A) Powstawanie minerałów w środowisku wody morskiej; a) powstawanie złóż solnych (sól kamienna, sylwin, kainit, gips, anhydryt); b) osadzanie się węglanu wapniowego w wodzie morskiej. Powstawanie dolomitu. Diagenesa.

B) Minerale tworzące się z roztworów wodnych, krążących w skorupie ziemskiej (przykłady: kalcyt, aragonit, — kwarc, dzeolity, — galena, piryt, — siarkosole srebra, — złoto) Powstawanie żył mineralnych. Żyły kruszcowe. Ważniejsze minerale żyłowe polskie.

C) Minerale krystalizujące się z magmy (przykłady: kwarc, skalenie: ortoklaz i plagioklasy, leucyt, miki, amfibole, pirokseny, oliwin, magnetyt, apatyt). Powstawanie skał ogniowych, głębinowych i wylewnych. Przykłady skał ogniowych występujących w granicach Rzplitej (granity, syenity, dioryty, porfiry, andezyty, diabazy, cieszynity, bazalty).

D) Minerale powstające przy udziale ciał łatwo lotnych (fluoru, boru i innych). Powstawanie kasyterytu, turmalinu, topazu. Żyły pegmatytowe.

E) Minerale powstające z wyziewów wulkanicznych (tworzenie się na tej drodze hematytu, siarki).

F) Minerale powstające pod wpływem rozkładu i przeobrażeń innych minerałów. (Proces rozpadu skalenia; powstawanie wskutek wietrzenia: kaolinu, węglanów, wodzianów żelaza (limonit = ruda łąkowa, orsztyń, ochra). Powstawanie złóż siarki z rozpadu gipsu; dzeolity. Procesy zachodzące w glebie.

G) Minerale pochodzenia organicznego (udział zwierząt i roślin w tworzeniu się minerałów).

7. Rozmaite typy osadów mechanicznych, zawdzięczających swe powstanie działaniu wiatru, wody i lodu. Powstawanie skał osadowych.

8. Przeobrażanie się skał pod wpływem ciśnienia i temperatury. Gnejsy i łupki krystaliczne, kwarcyty, marmury. Przeobrażenia kontaktowe. Minerale kontaktowe: wollastonit, sylimanit, granat.

9. Przegląd systematyczny ważniejszych minerałów (materiał poznany uprzednio, z pewnemi uzupełnieniami).

A) Pierwiastki: siarka, diament, grafit, arsen, złoto, srebro, miedź, rtęć, platyna.

B) Lampryty (Iśnieńce): a) Iskrzyki: piryt, chalkopiryt, arsenopiryt, smaltyn, chloantyt.

b) Błyszczce: galena, chalkozyn, antymonit, argentyt.

c) Siarkosole: tetraedryt, prustyt, pirargiryt.

d) Blendy: blenda cynkowa, realgar, aury pigment.

C) Tlenki: woda i lód, kwarc, chalcedon, opal, korund, spinel, kasyeryt, kupryt, hematyt, magnetyt, limonit, piroluzyt.

D) Węglany: kalcyt, aragonit, magnezyt, dolomit, syderyt, smitsonit (smithsonit), malachit i azuryt.

E) Krzemiany: oliwin, wollastonit, pirokseny (augit), amfibole (hornblenda), leucyt, nefelin, ortoklaz, plagioklasy, sylimanit, topaz, turmalin, granat, epidot, dzeolity (natrolit i desmin), kałamin, serpentyn, chloryt, mika (muskowit i bioty), grupa gliny (kaolin).

F) Fosforany: apatyt i wiwjanit.

G) Siarczany: anhydryt, baryt, gips, kainit.

H) Chlorki: sól kamienna, sylwin.

I) Fluorki: fluoryt.

J) Węglowce: bursztyn, torf, lignit, węgiel kamienny, antracyt, asfalt, wosk ziemny, olej skalny.

10. Przegląd systematyczny ważniejszych skał (w większości poznanych i opisanych poprzednio).

A) Skały ogniowe a) głębinowe: granit, syenit, dioryt, gabro.

b) wylewne: porfir, liparyt, obsydjan, trachit, andezyt, diabaz, cieszynit, bazalt, limburgit.

B) Skały osadowe: a) zwiry, zlepieńce, druzgoty.

b) piaski, piaskowce.

c) ily, gliny, glinki nawiane (loes), łupki ilaste.

d) osady chemiczne: sól kamienna, gips.

e) skały pochodzenia organicznego: kreda, wapienie, ziemia okrzemkowa, węgiel kamienny, torf.

C) Skały przeobrażone: gnejsy, łupki krystaliczne, fility, kwarcyty, marmury.

Wykonywając program powyższy, należy położyć nacisk na zrozumienie ważniejszych zjawisk i procesów, zachodzących w świecie minerałów, jak również — na poznanie właściwości rozmaitych minerałów. Dokonać tego można przez doświadczenia i drogą obserwacji na wycieczkach.

Przegląd systematyczny minerałów i skał wówczas dopiero nie będzie suchy i nudny i wówczas jedynie przyniesie istotną korzyść, kiedy wszystkie wymienione w nim minerały i skały (a przynajmniej bardzo znaczna większość z pośród nich) będą już poznane poprzednio, przy opracowywaniu tematów i zagadnień wymienionych w przytoczonym powyżej programie.

9. Opracowania oddzielnych części programu powinny się stale wiązać z ćwiczeniami w rozpoznawaniu szczególnych cech i własności omawianych minerałów. W tym celu samouk musi urządzić sobie małą domową *pracownię mineralogiczną*, która, w połączeniu z podręcznym zbiorem minerałów i skał, będzie główną i istotną pomocą w pracy samouka.

Ćwiczyć się należy w rozpoznawaniu minerałów na podstawie cech zewnętrznych: barwa, rysa, twardość, łupliwość, ciężar właściwy i t. d. (patrz Stopień I str. 283—286); — następnie należy poznawać: zdolność rozpuszczania się badanych minerałów w wodzie i w kwasach — topliwosć i zachowanie się w ogniu. Szczególniej godną polecenia jest t. zw. *metoda dmuchawkowa* badania minerałów, która nadaje się głównie do poznawania i oznaczania minerałów kruszcowych. W poznawaniu minerałów tworzących skały (minerały skałotwórcze), których większość stanowią krzemiany, niezastąpioną niczem metodą są badania mikroskopowe. Samouk powinien koniecznie postarać się zobaczyć, jak wyglądają pod mikroskopem cieniutkie¹⁾ płytki minerałów i skał.

Wskazówki dotyczące urządzenia i zaopatrzenia w potrzebne materiały małej pracowni mineralogicznej, wykonywania badań przy pomocy dmuchawki, sporządzania zbiorów i inne nadto wiadomości praktyczne z zakresu nauczania mineralogji znajdzie samouk w przeznaczony dla nauczycieli książce S. Karczewskiego p. t. „Geologja i mineralogja w szkole średniej“. Wskazówki metodyczne, str. 143. Warszawa, 1923. Gebethner i Wolff.

Omawiając sposoby uczenia się mineralogji na Stopniu I-ym (ustęp 5), podkreślaliśmy znaczenie porządnego i sumiennego prowadzenia zeszytu, zawierającego sporządzane samodzielnie opisy minerałów, oddzielne spostrzeżenia, notatki, rysunki i t. d.

¹⁾ Płytki nadające się do badań mikroskopowych powinny mieć powyżej 0.05 milimetra grubości.

Tutaj tem bardziej, z całym naciskiem podkreślamy to znaczenie i radzimy samoukom nie zaniedbywać się w zapisywaniu wyników swej pracy i nie polegać jedynie na zdolności zapamiętywania tego, co się własnymi oczami widziało.

Musimy zaznaczyć, że praca samouka w dziedzinie mineralogji nie będzie należała do łatwych. Wykonać ją w całości będą mogli niewątpliwie jedynie ci, którzy od początku poczują do niej szczególne zamiłowanie.

Wszystkim samoukom, przystępującym do uczenia się mineralogji, radzimy postarać się o nawiązanie osobistych stosunków z nauczycielem mineralogji i geologji, albo z nauczycielem chemji w szkole średniej, w celu zapewnienia sobie pomocy w przypadku napotkania nieprzewyciężonych trudności, czy to w zrozumieniu jakiegoś zagadnienia, czy też — w opanowaniu jakiejś metody badania. Nie wątpimy, że prawdziwi miłośnicy mineralogji, z pośród osób wykładających tę naukę w szkołach, nie odmówią swych wskazówek i pomocy samoukom.

10. Jakkolwiek już kilkakrotnie podnosiliśmy potrzebę odbywania wycieczek po kraju, raz jeszcze pragniemy zwrócić uwagę na tę sprawę.

Należy raz na zawsze wybić sobie z głowy, że mineralogji można się nauczyć jedynie w muzeum i pracowni. Muzeum i pracownia ułatwiają nam zetknięcie ze światem minerałów, dają nam środki poznawania tego świata. Pamiętajmy jednak, że świat ten obejmuje całą skorupę ziemską. Pamiętając zaś o tem, odczuwać będziemy konieczność bezpośredniego zetknięcia się z tym światem, — dokonania próby zastosowania nabytych sposobów poznawania, — naocznego stwierdzenia wyników zjawisk geologicznych, które nie dałyby się zamknąć w żadnym muzeum i w żadnej pracowni. To o czem tu mówimy, staje się tem bardziej oczywiste, im bardziej rozumiemy istotną treść nauki o minerałach, będącej wraz z petrografią (nauką o skałach) jednym z głównych filarów współczesnego gmachu nauk geologicznych.

II.

Wydawnictwa z zakresu mineralogji i petrografji, zaliczane przez nas do Stopnia drugiego, dzielimy na następujące grupy:

a) podręczniki, b) klucze do oznaczania minerałów, wskazówki dotyczące gromadzenia zbiorów i wykonywania ćwiczeń praktycznych przewodniki wycieczkowe i t. p., c) wydawnictwa z zakresu mineralogji i petrografji ziem polskich, d) wydawnictwa z zakresu mineralogji i petrografji stosowanej, e) podręczniki stanowiące przejście do Stopnia III i lektura uzupełniająca nauczanie na Stopniu II.

W ocenach staramy się możliwie obiektywnie wskazywać szczególne zalety lub też wady każdej książki.

Czytelnik musi sam wybrać sobie odpowiadający mu najbardziej podręcznik. Zwracamy jednak uwagę, że od podręcznika, który powinien być właściwie tylko „pomocnikiem“, nie należy wymagać za dużo. Zadanie podręcznika powinno polegać na *dopomożeniu* w pracy, której główną treścią musi być w tym wypadku *bezpośrednie* zapoznawanie się ze światem minerałów i skał. W takim ujęciu rzeczy, każda w zasadzie pomoc, aby tylko rzetelna, będzie pożądana.

Posiłkując się większymi i mniejszymi czcionkami, dzielimy omawiane książki, zgodnie w przyjętym w „Poradniku“ zwyczajem, na zasługujące na uwagę w pierwszym rzędzie i na te, których wartość jest drugorzędna.

Czuliśmy się nadto w obowiązku, podobnie jak w bibliografji Stopnia I, wspomnieć o tych nowszych wydawnictwach polskich, których nie możemy wogóle polecać z powodu zbyt ciężkich błędów rzeczowych lub metodycznych.

a) *Podręczniki.*

Podręczniki szkolne mineralogji należą zwykle do typów następujących.

A. W treści podręcznika uwzględniona jest postać zewnętrzna minerałów oraz, w mniejszym lub większym stopniu, ich cechy fizyczne jak np.: barwa, połysk, spójność, twardość, ciężar właściwy, niekiedy — własności elektryczne i przewodnictwo cieplne. Oprócz tego w opisach szczegółowych znajdujemy krótkie wzmianki, dotyczące miejsca, a niekiedy i sposobu występowania omawianych minerałów. Podręczniki te opierają przedmiot nauki mineralogji jedynie na znajomości początków fizyki. Wraz z wiadomościami o minerałach, w tejsze książce, zwykle na jej

początku, wykładane są najbardziej elementarne zasady krystalografji. Ten typ podręczników odpowiada czasom kiedy mineralogja była jedynie nauką opisową, opartą głównie na znajomości zewnętrznych cech minerałów. Były to czasy, kiedy chemja niedość jeszcze opanowała świat minerałów i nie obudziła zainteresowania minerałami jako związkami chemicznymi, które można nie tylko analizować lecz i odtwarzać sztucznie, studując sposób ich powstawania.

B. Czasom, gdy chemja opanowała i, że tak powiem, ożywiła w naszych oczach świat minerałów, odpowiada drugi typ podręczników mineralogji. Posiłkowanie się temi podręcznikami wymaga znajomości już nietylko początków fizyki, lecz i chemji nieorganicznej. Oprócz wiadomości o składzie chemicznym minerałów znajdujemy tam usiłowanie tłumaczenia ich genezy oraz wyjaśnienia procesów sprowadzających rozkład.

C. Trzeci wreszcie typ podręcznika szkolnego mineralogji znamionuje zaznaczenie ścisłego związku mineralogji z geologją, znajdujące wyraz w zachęcaniu ucznia, pragnącego studjować świat nieożywiony, do wycieczek poza mury szkoły, w pole do odkrywek i kopalń, aby poznawał sposób występowania minerałów w przyrodzie, aby zdawał sobie sprawę z tego, że nauka mineralogji nie polega jedynie na pilnej obserwacji minerału w muzeum i zbadaniu go w pracowni, lecz również na poznaniu warunków, w jakich został on znaleziony, i roli, jaką pełni w gospodarce przyrody. Ten typ podręczników odpowiada czasom ostatnim, kiedy z jednej strony mineralogja, dzięki olbrzymim postępom w dziedzinie sztucznego odtwarzania minerałów (synteza minerałów) musiała szukać szerokiego uzasadnienia swych wniosków teoretycznych w przyrodzie, z drugiej zaś strony na obszarze nauki obejmowanym ogólną nazwą geologji, pod wpływem rozwoju mineralogji i chemji poczęły coraz silniej zarysowywać się oddzielne niezależne dziedziny (np. geochemja), które sprawiły, że związek między mineralogją i grupą nauk geologicznych stał się nierozzerwalny, a dawno zakorzenione pojęcie „geologa“, jako tego, który jedynie bada przeszłe dzieje skorupy ziemskiej, dziś już nie wystarcza. Studjowanie odbywających się dziś w obrębie skorupy ziemskiej procesów fizyczno-chemiczno-

mineralogicznych w celu poznania ich istoty jest dziś głównym celem wielu geologów-fizyków, geologów-chemików oraz współpracujących z nimi mineralogów.

Poniżej wymieniamy podręczniki, które można zaliczyć do wszystkich trzech powyższych typów, chociaż trzeba zauważyć, że jak zawsze, tak i w tym przypadku niema postaci zupełnie czystych. Każdy bowiem system jest stworzoną przez człowieka sztuczną ramą, która tylko w pewnym przybliżeniu może być zastosowana do obrazów, które daje życie.

W omawianiu oddzielnych podręczników będziemy kierowali się następującą kolejnością: najpierw wymienimy podręczniki, poświęcone specjalnie mineralogji, później — mineralogji i geologji, na końcu — mineralogji i chemji.

Podręczniki poświęcone mineralogji.

S. Kontkiewicz. Krótki podręcznik mineralogji, wyd. z zapomogi Kasy im. Mianowskiego, str. 226 — wraz z tablicami siatek krystalograficznych. Warszawa, 1907.

W niezmienionej postaci — wydanie drugie, str. 229 (ale bez tablic). Warszawa, 1915 i wydanie trzecie — str. 208. Warszawa, 1919.

Książka ta jest ogniwem pośrednim między pierwszymi dwoma typami podręczników, o których była mowa we wstępie. Podręcznik ten wymaga przygotowania chemicznego w zakresie, odpowiadającym szkole średniej. Jednak strona chemiczna zjawisk zachodzących w świecie minerałów została uwzględniona w stopniu małym. Książka ta jest wyrazem nauki nie tej, która żyje i rozwija się, sprawdzając doświadczalnie wysnute teoretycznie wnioski i dochodząc do coraz to nowych uogólnień, opartych na podstawie szeregu poszukiwań i doświadczeń — lecz nauki opisowej, poprzestającej na stwierdzeniu pewnych istniejących faktów. Szczupłe informacje, dotyczące poglądów na powstawanie niektórych minerałów, zostały podane w formie zwięzłej, kategorycznej, gdy tymczasem właśnie wprowadzenie niektórych istniejących w nauce znaków zapytania, krzyżowania się hipotez i t. p. mogłoby ożywić tę książkę i wzniecić w którymś młodym umyśle iskierkę bardziej osobistego zainteresowania przedmiotem. Świadomość bowiem, że coś nie zostało jeszcze pomimo

wysiłeków dokonane lub stanowczo rozstrzygnięte, wywołuje zawsze w młodej duszy oddźwięk, który może stać się przyczyną podjęcia jakiejś pracy i rozbudzenia entuzjazmu do nauki, tak bardzo pożądanego wśród młodzieży. Uwzględnienia tych właśnie stron psychiki ucznia w omawianej książce brak.

Opracowanie podręcznika jest bardzo sumienne. Pewne uwagi, dotyczące się podrzędnych zresztą sprostowań natury faktycznej oraz terminologii, pomijamy. W wielu punktach podręcznik ten wymaga uzupełnień odpowiadających obecnemu stanowi nauki. Drugie i trzecie wydanie „Krótkiego podręcznika mineralogji“ różni się głównie tylko tem, że wprowadzono w nim alfabetyczny skorowidz rzeczowy, usunięto natomiast ze szkodą dla całości tablice krystalograficzne. W obu wydaniach znajdują się „Tablice do oznaczania minerałów na zasadzie cech zewnętrznych“.

Z. Weyberg. Wiadomości początkowe z mineralogji. Podręcznik dla szkół średnich. Str. 160 z 72 rys. Warszawa, 1907. Nakład Gebethnera i Wolffa.

Książka zawiera wiadomości początkowe nie tylko z mineralogji, lecz i z krystalografji, petrografji i innych działów geologii, ułożone w następujących rozdziałach: Rzeki, morza, lodowce. Gips; sól kamienna. Źródła. Galena. Argentyt. Antymonit. Tetraedryty. Blenda. Galman. Piryty. Markasyt. Chalkopiryty. Cynober. Fluoryt. Siarka. Wapienie. Dołomit. Kwarc. Skalenie. Łyszczyki. Amfibole. Chloryty. Talk. Skały przerywające. Oliwiny. Pirokseny. Magnetyt. Góry. Skały okrucowe. Węgle. Grafit. Metale rodzime. Rudy żelaza. Zakończenie.

Należy wyrazić żal, że nauczycielstwo nasze nie potrafiło wprowadzić tej książki w swoim czasie do szkół i przez to — umożliwić temu podręcznikowi doskonalenia się w ciągu następnych wydań w wyrażonej przez autora idei grupowania wiadomości z zakresu mineralogji w związku ze zjawiskami geologicznymi. W wydaniu omawianem rażą pewne braki w harmonijnem ujęciu całości.

Dobrą stroną tej książki, napisanej oryginalnie przez wybitnego polskiego mineraloga, jest uwzględnianie w znacznym stosunkowo stopniu wiadomości o minerałach i skałach polskich.

Pomimo, że jest to wydawnictwo już nieco przestarzałe,

wymagające pewnych zmian i uzupełnień, jak również — poprawek, należy polecać je do użytku zarówno dorosłych samouków, jak i młodzieży.

Niektóre części książki odznaczają się pięknym i barwnym stylem, co powiększa znacznie jej wartość

Herman Tertsch. Einführung in die Lehre von den Mineralen und Gesteinen. Str. 130, rys. 194 w tekście, 4 tablice. Wyd. Franz Deuticke. Wiedeń, 1914.

Podręcznik ten jest przeznaczony do nauczania w kl. VII austriackich szkół realnych.

Treść: I. Krystalografja: A. Krystalografja geometryczna (podstawowe prawa krystalografji, przegląd układów krystalograficznych). B. Krystalografja fizyczna (wzrost kryształów, rozpuszczalność kryształów, twardość, własności optyczne, ciężar właściwy). C. Chemja mineralogiczna. D. Powstawanie minerałów. II. Systematyka minerałów (krzemiany, fosforany i azotany, tlenki, spinelowce, węglany, siarczany, solowce, lampryty (Iśnieńce), pierwiastki, węglowce). III. Nauka o skałach (skały ogniowe: głębinowe i wylewne, skały osadowe, łupki krystaliczne). IV. Tablice do oznaczania ważniejszych minerałów.

Książkę tę cechuje sumienne opracowanie. Bardzo dobre ilustracje wzbogacają jej treść (w sposób istotny).

Jakkolwiek układ i zakres książki nie zadawalniają nas całkowicie (np. krystalografja rozwinięta zbyt obszernie), nadto mielibyśmy również zastrzeżenie co do wyrażonych w niej pewnych poglądów (np. na str. 114 przedstawiono przestarzały dziś całkowicie pogląd, że skały osadowe nie są interesujące pod względem mineralogiczno-petrograficznym), to jednak możemy to wydawnictwo polecić jako jeden z najlepszych dziś podręczników mineralogji odpowiadających Stopniowi II.

Leonard J. Spencer. The World's Minerals, str. 212, tablic barwnych 40, nadto rysunki w tekście. Londyn, Edinburg, 1911. Wyd. W. E. R. Chambers.

Treść: Wstęp. Powstawanie minerałów. Własności fizyczne minerałów. Skład chemiczny i klasyfikacja minerałów. Pierwiastki. Siarczki, arsenki i siarkosole. Solowce. Tlenki. Węglany. Siarczany. Chromiany. Molibdeniany. Wolframiany. Fosforany. Arse-

niany. Wanadyniany. Krzemiany. Tytano-krzemiany. Tytaniany. Niobiany. Substancje organiczne. Skorowidz rzeczowy.

Książka ta zawiera opisy 116 minerałów, poprzedzone niezbyt obszernym wstępem ogólnym. Jak widać z podanej powyżej treści, minerały zostały uszeregowane systematycznie, na podstawie klasyfikacji chemicznej. Przeznaczeniem tej książki, wydanej bogato (40 tablic kolorowych, ilustrujących 163 okazy mineralne) na pięknym papierze, jest służyć jako kosztowny podarek dla miłośników mineralogji. Posiadacz tej książki, studjujący mineralogję na poziomie II, może z korzyścią posługiwać się tem wydawnictwem w zaznajamianiu się z oddzielnymi minerałami. Jako podręcznika, mającego odegrać rolę przewodnika w nauczaniu, książki tej nie polecamy.

Dr. A. Schleyer. Świat minerałów. Atlas zawierający 170 rysunków barwnych na 30 tablicach i 75 rysunków w tekście; 80 str. tekstu; przełożyła z niemieckiego i uzupełniła Wanda Strokowska. Wydawnictwo M. Arcta w Warszawie.

Wizerunki minerałów wykonane są znacznie lepiej niż w omawianym poprzednio (na str. 304) „Atlasiku minerałów“. Część tekstu poświęcona systematyce, ułożona encyklopedycznie, została uzupełniona wiadomościami dotyczącymi Polski, zaczerpniętymi ze znanego podręcznika *Tschermaka*. W książce tej oprócz systematyki mineralogicznej uwzględniono w oddzielnych rozdziałach: krystalografję, mineralogję fizyczną oraz własności chemiczne minerałów (bardzo skąpo). Połączenie tekstu z atlasem, w którym starano się najwidoczniej dobrać miarę dla oka barwy i piękne chociaż niezawsze charakterystyczne postacie minerałów, zdradza, że mamy tu do czynienia z reminiscencją epoki, w której mineralogja, w pospolitszem znaczeniu wyrazu, pokrywała się z amatorstwem kolekcjonowania rozmaitych ładnych i przy tem mniej lub więcej rzadkich kamieni. (Uwagi zasadnicze w sprawie atlasów minerałów pomieszczone są na str. 283).

Podręczniki poświęcone mineralogji łącznie z geologją.

Tadeusz Wiśniowski. Zasady mineralogji i geologji ze szczególnem uwzględnieniem ziem Rzeczypospolitej. Wydanie piąte, dostosowane do programu ministerjalnego, str. 224, rys. 227. Nakład K. S. Jakubowskiego. Lwów, 1923.

Treść: Część I: Powstawanie i kształtowanie się ziemi. Co to jest geologja. Kształt i niektóre własności fizyczne ziemi. Litosfera: o składnikach skorupy ziemskiej, o minerałach, o najważniejszych skałach, o ułożeniu skał w litosferze, o ukształto-

waniu litosfery. Najważniejsze wiadomości o hydrosferze i atmosferze. Skorupa ziemska a hydrosfera, powietrze i świat organiczny. Skorupa ziemska a wnętrze ziemi. O wulkanach i zjawiskach wulkanicznych. Rzut oka na procesy geologiczne i zmiany, jakie zachodzą na powierzchni ziemi. Część II: Najważniejsze wiadomości z geologii historycznej. Jak rozwijał się świat roślin i zwierząt na kuli ziemskiej. O mapach geologicznych. Część III: Krótki zarys geologii Rzeczypospolitej. Dodatek: Poradnik bibliograficzny. Tablice do oznaczania minerałów.

W rozdziale „o minerałach“ omówiono: a) ogólne własności fizyczne i postaciowe minerałów, b) przegląd najważniejszych minerałów, c) sposoby znajdowania się i powstawania minerałów w przyrodzie, d) minerały pożyteczne, znajdujące się w Polsce. W rozdziale „o najważniejszych skałach“ znajdujemy: a) przegląd skał (skały wybuchowe, skały osadowe, łupki krystaliczne) i b) wiadomości o skałach znajdujących się w Polsce. Pozatem wiadomości z zakresu mineralogji i petrografji znajdujemy i w innych rozdziałach tej książki.

Każdy z ustępów tego podręcznika rozpoczyna się pytaniem lub szeregiem pytań, których celem jest obudzenie zaciekawienia ucznia i odpowiednie skierowanie jego uwagi odrazu na początku lekcji. Inaczej dobrane pytania, umieszczone zwykle na końcu każdego ustępu, mają na celu utrwalenie pozyskanych wiadomości. Ten system dwóch kategorii pytań wydaje się bardzo szczęśliwy. Oprócz pytań znajdujemy liczne zadania i wskazówki, jak wykonywać doświadczenia.

Zasługującą na szczególne podkreślenie dobrą stroną podręcznika prof. Wiśniewskiego jest wprowadzenie doń licznych wiadomości z zakresu *historji mineralogji i geologii* powszechnej i polskiej. Wzbogacają również to sumiennie opracowane wydawnictwo: rozdziały dotyczące mineralogji i geologii Polski, wskazówki bibliograficzne dla pragnących studjować dokładniej geologję i mineralogję ziem polskich oraz — tablice do oznaczania najpospolitszych minerałów. Razi — przestarzały już nieco system znakowania krystalograficznego.

W. W. Watts. *Geology for Beginners*, str. 352, rys. 322. Wydanie II. Macmillan and Co. Londyn — 1912.

Treść rozdziałów: Wstęp (o skorupie i wnętrzu ziemi). Badanie minerałów i skał w domu. Badanie skał poza domem. Pęknięcie i kruszenie się skał pod wpływem działania atmosfery. Denudacja pod wpływem działania rzek i lodowców. Denudacja morska. Powstawanie skał osadowych. Budowa skał i ruchy skorupy ziemskiej. Uskoki, sprasowania, cios skał. Minerały. Skały osadowe. Wulkany. Skały wulkaniczne. Skały plutoniczne. Łupki krystaliczne. Skamieniałości. Podstawy geologii historycznej. Epoka eozoiczna i starsza paleozoiczna. Epoka paleozoiczna młodsza. Epoka mezozoiczna. Epoka kenozoiczna. Geneza krajobrazu. Geologia ekonomiczna.

Jakkolwiek w skromnym tytule „Geologii dla początkujących“ niema wzmianki o mineralogii, jednak wiadomości z zakresu tej nauki znajdzie tu czytelnik więcej, niż w niektórych podręcznikach, mających niejako oficjalnie służyć nauczaniu obu tych nauk. Wykład mineralogii przeplatany jest stale w podręczniku Watts'a wykładem geologii, stanowiąc z nim całość nierozzerwalną. Każdy rozdział zakończony jest krótkim streszczeniem oraz szeregiem pytań dotyczących jego treści. Obfite ilustracje a między nimi—liczne reprodukcje fotografii mikroskopowych pospolitszych skał powiększają wartość tej książki, jako podręcznika, a zarazem — „przewodnika“ w zbliżaniu się do poznawania grupy nauk o ziemi, traktowanych łącznie z mineralogią.

M. i J. Łomnińcy. Mineralogja i geologja dla wyższych klas szkół średnich. Str. 230 z 234 rycinami i mapką geologiczną. Wydanie 9-te. Lwów — 1921. Nakład Polskiego Tow. Pedagogicznego.

Część pierwsza książki, poświęcona mineralogii, obejmuje dwa działy: 1) mineralogja ogólna i 2) mineralogja szczegółowa. Dział pierwszy składa się z następujących rozdziałów: O postaciach minerałów. Niektóre wiadomości z min. fizycznej. Chemiczne własności minerałów. Występowanie i powstawanie m-ów. Dział drugi tworzą opisy oddzielnych m-ów, podzielonych na następujące gromady: pierwiastki, lampryty, tlenki, solowce, gipsowce, saletrowce, krzemianowce, węglowce. Nadto wiadomości z mineralogji znajdujemy w części drugiej podręcznika, zatytułowanej „Geologja“, w rozdziałach: Działanie chemiczne wody. Powietrze, jako czynnik geologiczny. Świat organiczny, jako czynnik geodynamiczny. Wulkany i zjawiska pokrewne. Petrografia. Na zakończenie podany jest „Krótki przegląd budowy geologiczne Polski“.

Podręcznik ten cechuje sumienne opracowanie. Materiał faktyczny, którego znajdujemy w podręczniku stosunkowo bardzo dużo, podany jest w ramach systematycznego układu i w postaci skondensowanej, co utrudnia korzystanie z tej książki, bez uprzedniego wysłuchania lekcji wypowiedzianej żywym słowem.

Rozdział poświęcony krystalografii geometrycznej („o postaciach minerałów“) obejmuje zbyt obszerny zakres, przekraczający granice tego, co może być z pożytkiem studjowane na Stopniu II-im. Wiadomości z krystalografii są tu traktowane w oderwaniu od mineralogji, co, w połączeniu ze zbyt obszernym ich zakresem, sprawia, iż wykład staje się bardzo suchy i nużący. Również i wiadomości z mineralogji systematycznej wplecione w tok wykładu o zjawiskach geologicznych stałyby się bardziej interesujące i barwne.

Nadto mamy zastrzeżenie co do niektórych szczegółów. Np. definicja iż „minerały są to bryłki...“, przy tem, że wszystkie minerały są „bez organizacji, czyli *nieorganiczne*“ (str. 4) może być przyczyną nieporozumień. Podobnie rzecz się ma z określeniem skały, która niekoniecznie musi tworzyć „całe rozległe części skorupy ziemi np. — znaczną część pasma górskiego“ (str. 37). Grafit należy do układu heksagonalnego nie zaś jednoskośnego (str. 48). Nazwa grupy minerałów „skaleniowce“ (str. 91) została użyta zamiast „skalenie“. Nazwę skaleniowców stosuje się do minerałów zastępujących skalenie w skałach ubogich w krzemionkę (leucyt, nefelin, sodalit i inne). Pegmatytu nie można uważać za grubokrystaliczną odmianę granitu (str. 53) jest to bowiem skała, posiadająca wprawdzie ten sam skład mineralogiczny co i granit, lecz powstająca w warunkach odmiennych i stanowiąca odrębny rodzaj skalny.

Nie moglibyśmy się też pogodzić z pewnemi neologizmami jak np. „wytok“ zamiast — „otoczek“, „wtórotwórny“ zamiast — „wtórny“, „ogniorodne“ zamiast — „ogniowe“, „wodородne“ w znaczeniu — „pochodzenia wodnego“, „śnieg łoński“ — zamiast międzynarodowego już dziś terminu „firn“.

Posiadacz tego podręcznika, samouk, może zeń korzystać w miarę potrzeby, pragnąc uzupełniać swe wiadomości o oddzielnych minerałach lub o zagadnieniach mineralogicznych.

Wartość książki podnosi stosunkowo znaczna ilość wiadomości o Polsce

Jan Lewiński. Podstawy mineralogji i geologji dla klas wyższych szkół średnich. 203 str. tekstu oraz 5 str. skorowidza. 151 rysunków. Warszawa, 1922. Nakład Gebethnera i Wolffa.

Treść tycząca się mineralogji i petrografji została zawarta w następujących rozdziałach: 1. *Mineralogja*. Własności fizyczne minerałów. Formy krystaliczne minerałów. Skład chemiczny minerałów. Skupienie minerałów. Występowanie minerałów w przyrodzie. Powstawanie i przemiana minerałów. Rozkład minerałów. Tablice do oznaczania minerałów. Krótkie wiadomości o najważniejszych minerałach. 2. *Nauka o skałach (Petrografja)*. Ogólny skład skał i ich podział. Skały osadowe. Skały ogniowe. Skały przeobrażone. Nadto zagadnienia mineralogiczne zostały uwzględnione w części książki obję-

tej ogólną nazwą „Geologii“, w rozdziałach: Wietrzeń. Wody podziemne. Działalność wiatru. Działalność organizmów. Morze. Wulkanizm. Zarys geologii Polski.

Książka ta, jak czytamy w przedmowie, została przystosowana możliwie ściśle do programu mineralogii i geologii dla klasy VII gimnazjum przyrodniczo-matematycznego.

Część „Podstaw“ poświęcona mineralogii i petrografii, w przeciwieństwie do części poświęconej „Geologii“ pozostawia wiele do życzenia. Zarzuty natury ogólnej, które książce prof. Lewińskiego musimy postawić z naszej strony, są następujące: 1. Wiadomości z dziedziny krystalografii geometrycznej, podane w rozdziale p. t. Formy krystaliczne minerałów, wykraczają poza granicę tego, co może być przedmiotem nauczania w szkole średniej, jeżeli nie chcemy wymagać od uczniów bezmyślnego „wykuwania“ podanych im (bez możliwości należytego wyłożenia) twierdzeń naukowych. 2. Właściwości o występowaniu minerałów w przyrodzie i ich powstawaniu są zbyt pobieżne. 3. Wiadomości o oddzielnych minerałach potraktowano encyklopedycznie. Często znajdują się tam błędy. 4. Klucz do oznaczania minerałów, znacznie uproszczony w stosunku do innych kluczy tego rodzaju, jak sądzimy, wielokrotnie zawiedzie i rozczaruje ucznia. 5. Nauka o skałach została potraktowana (na 8-iu stronnicach) bardzo pobieżnie. Nadto dotkliwy jest brak wiadomości o skałach polskich.

Wobec tego, że książka omawiana jest polecona do użytku szkolnego przez Min. W. R. i O. P. i należy obecnie do najbardziej rozpowszechnionych podręczników mineralogii i geologii, poczuwamy się do obowiązku wymienienia szeregu ważniejszych błędów faktycznych, które się niestety znalazły w jej części mineralogicznej.

Poniżej przytaczamy uwagi, sprostowania lub uzupełnienia, odnoszące się do cytowanych stron podręcznika: Str. 24. Rozumowania mające na celu wyprowadzenie układów krystalograficznych, oparte są na błędnych założeniach. Oto czytamy: „Światło i ciepło rozchodzą się w nich (kryształach izotropowych) jednakowo w trzech wzajemnie prostopadłych kierunkach, a więc i cząsteczki muszą znajdować się w tych trzech wzajemnie prostopadłych kierunkach w jednakowych odległościach“. Twierdzenie to ma służyć za podstawę wyprowadzenia trzech jednoznacznych osi krystalograficznych układu regularnego. Nie trzeba zapominać, że w kryształach izotropowych szybkość rozchodzenia się światła i ciepła jest jednakowa nie tylko w pewnych trzech prostopadłych do siebie kierunkach, lecz i we *wszystkich* innych. Gdybyśmy więc na tym fakcie chcieli oprzeć rozumowanie o strukturze wewnętrznej i postaci zewnętrznej kryształów izotropowych, doszlibyśmy do wniosku, że wszystkie one będą miały kształt kulisty. Dalej czytamy: „Kryształy jednoosiowe tem się wyróżniają, że w jednym kierunku mają one własności inne, niż w kierunkach doń prostopadłych. Kierunek ten stanowi oś główną...“. Logicznie rozumując musimy stwierdzić, że zarówno w kryształach jednoosiowych, jak i dwuosiowych jest nieskończenie wiele kierunków, w których własności kryształu są

inne niż w kierunkach do nich prostopadłych. A zatem, podana przez autora podstawa do wyboru osi głównych jest niewystarczająca.

Inne błędy i nieścisłości w części poświęconej krystalografii pomijamy.

Str. 33. Do perły boraksowej można dodawać minerał sproszkowany jedynie wtedy, gdy jest on tlenkiem metalu. W przypadku np. siarczków, siarcosoli — należy uprzednio wyprażyć silnie okruszki minerału (w celu utlenienia), a następnie sproszkować je i dopiero badać w perle.

Str. 41. Miedź rodzimą znajdowano u nas nie na Miedziance, lecz na Miedzianej Górze. Zaś Miedzianka znajduje się nie na północ, lecz na zachód od Kielc.

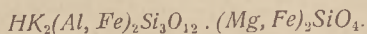
Złoto występuje w przyrodzie przeważnie, lecz *nie wyłącznie* w stanie rodzimym. Znane są bowiem minerały będące związkami chemicznymi złota i innych pierwiastków.

Str. 45 i 56. Wzory malachitu ($Cu_2CO_3H_2O$) i azurytu ($CuC_2O_7 \cdot H_2O$) należy pisać w sposób następujący: $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ — malachit, $2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ — azuryt. Malachit nie występuje na Miedziance i Miedzianej Górze w kryształach; znamy go z tych miejscowości jedynie w postaciach zbitych i włóknistych.

Str. 46 i 47. Podano jako cechę rozpoznawczą kaolinu, iż ma łupliwość doskonałą, zaś fluoryt ma mieć łupliwość dobrą. Kaolin, znany najczęściej w postaciach zbitych i ziemistych. Kaolin w stanie krystalicznym, zwany nakrytem i występujący w postaci blaszek łupliwych, należy do minerałów dość rzadkich. Fluoryt, znany pospolicie w pięknych kryształach, odznacza się doskonałą łupliwością równoległą do ścian ośmiościanu

Str. 47. Anhydryt podany, jako łatwo topliwy, istotnie topi się trudno.

Str. 46, 61. Przytaczanie wzorów chemicznych takich minerałów jak biotyt, hornblenda, augit jest zdaniem naszym niepotrzebne, gdyż wogóle minerały te mają wzory chemiczne skomplikowane i chwiejne. Kardynalnym błędem wzoru przytoczonego w podręczniku omawianym jest pominięcie w nim wodoru. Podając ten wzór należało wyrazić go w postaci następującej:



Str. 47, 58. W tekście podano, iż dolomit nie burzy się w kwasie solnym, w tablicy czytamy co innego. W istocie minerał ten w zimnym kwasie solnym rozcieńczonym nie burzy się zupełnie lub bardzo słabo.

Str. 51. Zamiast terminu „polimorfizm“ (wielopostaciowość) użyto terminu „heteromorfizm“ (różnopostaciowość).

Podano, że ałun jest siarczanem glinu, gdy tymczasem, jak wiadomo, ałun jest to sól podwójna (np. glinu i potasu, glinu i sodu)

Nie można powiedzieć, że siarczan żelazawy utleniając się dalej daje limonit (pobierając wodę). Zjawisko powstawania wodzianu z siarczanu wymaga gruntownego i obszerniejszego wyłożenia, jeżeli chcemy, ażeby w głowie ucznia powstawał jasny obraz tego, co mu wyjaśniamy.

Str. 52. Słynne kopalnie w Rio Tinto produkują nie chalkopiryt lecz piryt zawierający domieszkę miedzi.

„Galenit“ (utała się obecnie nazwa: galena) ma być w Polsce nie obfity, — dalej jednak czytamy, iż na Górnym Śląsku wytopiono w jednym tylko roku 52600 tonn ołowiu.

Str. 63. Galena, antymonit, blenda cynkowa, cynober miały powstawać według autora wskutek oddziaływania siarkowodoru na roztwory soli odpowiednich metali. Jak wiadomo, minerały wymienione były odtwarzane sztucznie rozmaitemi sposobami. Jednak powyższe twierdzenie autora, wypowiedziane w sposób kategoriyczny, okaże się w wielu konkretnych przypadkach zupełnie błędne — w innych zaś — nie będzie miało dostatecznych dowodów, stwierdzających jego słuszność.

Str. 24. Chalcedonu nie możemy nazywać krzemionką bezpostaciową, gdyż, jak sam autor dalej twierdzi, jest to minerał włóknisto-krystaliczny.

Str. 58. „Aragonit... skałotwórczo nie występuje nigdy“. Tymczasem, jak wiemy, stanowi on istotną część składową materiału skałotwórczego raf koralowych.

Syderyt występuje i jest intensywnie eksploatowany w Polsce nie tylko w pasie od Częstochowy do Zawiercia, lecz i w okręgu Radomskim (Starachowice i inne), gdzie wydobywają go oddawna jako główną rudę żelazną tamtejszych kopalń.

Str. 59. Nazwy oddzielnych gatunków minerałów: hornblenda i augit użyto w znaczeniu nazw grupowych amfibolów i piroksenów.

Twierdzenie, że skałenie sodowo-wapniowe występują tylko w skałach zasadowych, jest błędne, gdyż występują one również w skałach kwaśnych jak np. granity (granity tatrzańskie), porfiry, dioryty i inne.

Str. 61. Fosforytami nazywamy pospolicie występujące w skałach osadowych kongrecje lub pokłady złożone ze związków chemicznych kwasu fosforowego i wapnia, nie zaś, jak twierdzi autor — *wszelkie* minerały zawierające fosforan wapniowy.

Str. 63. Zdanie: „W Polsce (gips) występuje głównie przy złożach soli w Inowrocławiu, Wapnie, Wieliczce i t. d.“ nie odpowiada istotnemu stanowi rzeczy, znane jest bowiem występowanie potężnych złóż tego minerału bez towarzyszących mu pokładów soli (Busk, Wiślica; niektóre okolice Rusi Czerwonej i t. d.).

Str. 73. Określenie piaskowca, jako skały złożonej *zawsze* z ziarn kwarcu, jest niesłuszne, istnieje np. bowiem dość licznie reprezentowana rodzina piaskowców, zbudowanych w znacznej części z ziarn skaleni — są to t.zw. „arkozy“. Nadto, niekiedy wśród ziarn tworzących piaskowce występują w większych ilościach i inne oprócz kwarcu minerały.

Str. 86. Laterytu nie można nazywać utworem zbliżonym do silnie żelazistej gliny, jest to bowiem skała utworzona głównie z wodzanów glinu i żelaza: $Al(OH)_3 \cdot Fe(OH)_3$, gdy tymczasem istotnymi składnikami glin są związki odpowiadające kwasom glinokrzemianowym (jak np. kaolin $H_2Al_2Si_2O_8 \cdot H_2O$)

Str. 122. Czytamy: „Lawy kwaśne, zastygając, dają krystaliczny trachit lub szklisty obsydjan, lawy zasadowe dają bazalty“ Trzeba pamiętać, że za-

równy lawy kwaśne jak i zasadowe mogą dawać szeregi innych skał oprócz wymienionych. Sprostować nadto należy, że i lawy zasadowe, ubogie w gazy, zastygając szybko, tworzą masy szkliste, które nazywamy obsydjanami. (Nazwa „obsydjan“ oznacza jedynie rodzaj struktury, nie zaś skład chemiczny skały wulkanicznej).

W wykazie powyższym pominęliśmy szereg innych omyłek, usiłując sprostować najważniejsze, aby czytelnik posiadający ten podręcznik mógł w nim poczynić niezbędne poprawki.

W książce omawianej znajdujemy również sporo błędów wynikających po części z niezbyt dokładnej korekty druku: angit i augit zamiast augit, markazyt zamiast markasyt, anhidryt zamiast anhydryt, magn zamiast magnez i t. p. Na str. 28 i 30 trójkąt równoramienny został nazwany równobocznym.

Nie możemy się również pogodzić z niektórymi zwrotami językowymi i terminami używanymi przez autora jak np.: „ramię rurki *niesie* otwór“, skały „wylewowe“ zamiast „wylewne“ i t. p.

Podnosząc szereg zarzutów przeciw podręcznikowi prof. Lewińskiego, zwrócić uwagę musimy także na jego dobre strony, do których zaliczamy przejrzysty i logicznie pomyślany układ książki, oraz — sposób pisania (z pewnymi wyjątkami) jasny.

W obecnym wydaniu książki tej czytelnikom polecać nie możemy. Ci, którzy ją już posiadają, powinni starać się poprawić znajdujące się w niej omyłki. Jedyne pod bezpośrednim kierownictwem wytrawnego i znającego gruntdownie przedmiot nauczyciela — mineraloga, książka ta mogłaby służyć do użytku w szkole.

Konstanty Bzowski. Zarys geologii i mineralogii dla uczniów klas wyższych szkół średnich, wydanie piąte, str. 155, rys. 127. Wydawn. M. Arcta — Warszawa, 1921.

Układ podręcznika: Część I. Wstęp; powstanie ziemi, jej kształt i części składowe. Część II. Geologia dynamiczna wraz z petrografią i mineralogią: a) działanie wody, b) działanie powietrza, c) działanie organizmów, d) działanie pyrosfery. Część III. Geologia historyczna. Część IV (dodatek). Krystalografia.

Dążenie autora do związania przedmiotu nauczania mineralogii z dziedzinami zjawisk geologicznych (np. działanie pyrosfery, działanie wody i t. d.) jest dobre. W wykonaniu jednak planu zatarła się przejrzystość, co w związku ze zbyt pobieżnym opracowaniem niektórych części podręcznika doprowadziło do takich dziwolągów jak np. umieszczenie krzemienia i ziemi okrzemkowej w grupie minerałów tworzących skały wybuchowe. Brak wiadomości o genezie krzemienia, łącznie z wadliwym umieszczeniem jego opisu w grupie minerałów pochodzenia ogniowego, utrwalić może tylko błędny (a bardzo rozpoznań) sąd o ogniewym powstawaniu tego minerału.

Zawarte nadto w tym podręczniku błędy rzeczowe obniżają ostatecznie jego wartość, którą zresztą stanowi dość żywe traktowanie przedmiotu.

Jako przykłady przytaczamy niektóre z ważniejszych omyłek: „Łupliwość fluorytu jest równoległa do ścian sześcianu“ (faktycznie zaś — ośmiościanu). „Całe Karpaty z wyjątkiem Tatr i Pienin są piaskowcowe“. (Rzut oka na mapę geologiczną Karpat wskazuje, że tak nie jest). „Piasek zawsze składa się z ziarenek kwarcu“ (błąd ogromnie rozpowszechniony; wiemy, że — nie zawsze). „Skały zawierające w sobie krzemiany sodowe, stykając się z dwutlenkiem węgla, zamieniają się na węglany, a wydzielają wolną krzemionkę t. j. piasek, według wzoru: $Na_2SiO_3 + CO_2 = NaCO_3 + SiO_2$ “. (Posiadaczom tego podręcznika radzimy zakreślenie w nim tuszem powyższego ustępu (str. 50). Omówienie szeregu błędów w nim zawartych zabrał by zbyt wiele miejsca). „Syenit otrzymał nazwę od miasta we Włoszech“ (skała ta otrzymała nazwę od miasta Syene w Egipcie). „Odmiana trachitu nazywa się andezytem... Piękny zamek Czorsztyński nad Dunajem znajduje się na tej skale“. (Andezyty stanowią w obecnej systematyce odrębną rodzinę skał. Zamek Czorsztyński zbudowany jest na skałach pochodzenia osadowego, które nie mają nic wspólnego z andezytem).

Stanisław Wołosowicz. Geologia. Petrografia. Dynamika. Stratygrafia, str. 221 z rysunkami. Skład główny, M. Ostaszewska. Warszawa. Książka ukazała się w r. 1922. (Daty wydania nie posiada).

Petrografji (nauce o skałach) poświęcono str. 43. Książka ta nie nadaje się do użytku ani w szkole, ani dla samouków z powodu dużej liczby błędów rzeczowych i chaotycznie ujmowanej treści.

R. Wierzejski. Skały i kamienie. Krótki zarys mineralogji (z rysunkami) str. 158. Nakład „Ziarna“. Warszawa, 1906.

Zawiera liczne nieścisłości i błędy natury metodycznej i rzeczowej.

Podręczniki mineralogji łącznie z chemją.

Duchowicz i Wiśniowski. Wiadomości z chemji i mineralogji dla gimnazjów. Str. 132, rys. 101. Wydanie czwarte. Lwów, 1922. Nakład K. S. Jakubowskiego.

W podręczniku tym znalazła się treść omawianej w bibliografji I Stopnia książki prof. Wiśniowskiego („Wiadomości z mineralogji dla klas niższych szkół średnich“) odpowiednio wzbogacona i przystosowana do celu, którym jest nauczanie początków chemji w ścisłym związku ze światem minerałów. Jest to jedyny znany nam polski podręcznik tego typu, który możemy polecać do użytku samoukom oraz nauczycielom szkół średnich i kursów dla dorosłych (wyższych poziomów), kursów technicznych i t. d.

Wiadomości o minerałach i zjawiskach, wśród nich zachodzących nie są tu traktowane przygodnie i pobieżnie (jak to

zwykle jest w podręcznikach chemii nieorganicznej); przeciwnie—stanowią tu one często podstawę lub mocne wiązania wykładu prawd chemicznych, czemu przedewszystkiem służy podręcznik.

Wiadomości o praktycznych zastosowaniach minerałów znajdujemy dużo. Szeregi pytań i wskazówki, dotyczące się ćwiczeń i doświadczeń, podnoszą wartość podręcznika.

Na końcu, w dodatku znajdujemy: wskazówki dla zbierających minerały, skały i skamieniałości oraz—dobrze ułożone tablice do oznaczania ważniejszych minerałów.

Otto Ohman. *Leitfaden der Chemie und Mineralogie für höhere Lehranstalten.* Str. 207, rys. 157 i jedna tablica. Wydanie V uzupełnione. Berlin, 1910. Nakładcy: „Winkelmann und Söhne“.

Ciała i zjawiska spotykane w świecie minerałów są materiałem, którym posługując się autor tej książki zapoznaje ucznia z zasadami chemii. Stąd pochodzi ścisły związek mineralogii z chemją w ujęciu treści książki przez O. Ohmanna. Chemia postawiona jest tu na pierwszym planie, mineralogja uzupełnia ją i wspomaga, czyniąc chemję w pojęciu ucznia nauką związaną ściśle i nierozzerwalnie z naukami przyrodniczymi.

Świat minerałów jest tym, w którym autor znajduje punkty wyjścia dla oddzielnych wykładów. Dla przykładu przytaczam spis tytułów paragrafów I rozdziału tej książki: Siarka. Galena (pierwiastek: ołów). Piryt (pierwiastek: żelazo). Chalkopiryt (pierwiastek: miedź). Cynober (pierwiastek: rtęć). Blenda cynkowa (pierwiastek: cynk). Sztuczne związki siarki. Pierwiastki: srebro, złoto, platyna, arsen, antymon, bizmut. Diament, grafit (pierwiastek: węgiel). Węgle. Powietrze (pierwiastki: azot i tlen).

Książkę tę możemy polecić również jak i podręcznik Duchowicza i Wiśniowskiego tym, którzy czując pociąg do mineralogji odczuwają zarazem brak znajomości zasad chemii nieorganicznej. Znajdą tam oni wykłady opracowane metodycznie i przystępnie. Każdy wykład uzupełniany jest zwykle objaśnieniami teoretycznymi, stanowiącemi osobne całości i stąd—łatwemi do ujmowania. Na końcu książki znajdujemy zadania i praktyczne wskazówki dla uczniów, pragnących uzupełniać nabyte wiadomości zapomocą samodzielnie odbywanych ćwiczeń.

Mieczysław Dominikiewicz. Początki chemji i mineralogji. Podręcznik dla klas niższych z 89 rysunkami, str. 153. Wende i S-ka (Ludwik Fiszer) Warszawa, 1920.

Jest to właściwie podręcznik chemji nieorganicznej uwzględniający wiadomości z zakresu mineralogji w stopniu nieco większym niż to bywało niekiedy przyjmowane u nas w wykładzie początkowym zasad chemji. Myśl autora dotycząca związania z mineralogją wykładu chemji, którego treść często jest zbyt oderwana od tego, co spotykamy w przyrodzie, zasługuje na zupełne uznanie. Wiadomości o minerałach znajdujemy w rozdziałach następujących: o ciałach krystalicznych; tlenki naturalne; woda; węgiel; związki kwasu węglowego; związki węgla z wodorem; siarka; siarkowodór i siarczki naturalne; chlor i związki chlorowe.

Niestety, pomimo sympatycznej dla nas tendencji tej książki, nie możemy jej polecić ze względu na ciężkie błędy rzeczowe, które zawiera w części dotyczącej mineralogji. Nadto całość cechuje opracowanie bardzo pobieżne. Język przedstawia również sporo do życzenia.

b) Klucze do oznaczania minerałów, wskazówki dotyczące gromadzenia zbiorów i wykonywania ćwiczeń praktycznych, przewodniki wycieczkowe i t. p.

Ci, którzy opanowali wiadomości objęte programem nauczania na Stopniu II, mogą korzystać z jedyne go w tym rodzaju w języku polskim wydawnictwa, które poniżej cytujemy:

Z. Rozen i S. Kamecki. Klucz do oznaczania minerałów na podstawie cech zewnętrznych i najprostszych reakcyj chemicznych, podług A. Weisbacha, C. F. Plattnera i innych źródeł oraz własnego doświadczenia zestawili... pod redakcją prof. J. Morozewicza. Str. XV 87. Skład główny E. Wende i S-ka. Warszawa — 1908.

Przedmowę oraz wskazówki dotyczące sposobu używania „klucza“ napisał prof. J. Morozewicz. Cenne to wydawnictwo, opracowane gruntownie i sumiennie, jest wogóle zbyt obszerne, jeżeli idzie o nauczanie na Stopniu II — obejmuje ono bowiem 250 minerałów. Nie mniej jednak, w rękach inteligentnego ucznia, który już przełamał pierwsze lody trudności w zapoznawaniu się ze światem minerałów, dziełko to może być nieocenionym pomocnikiem i doradcą.

Ograniczona do minerałów najpospolitszych jest książeczka następująca:

M. Zielowski. Podręcznik do określania minerałów dla uczniów szkół średnich. Str. 36. Wydanie II. Wydawn. M. Arcta. Warszawa, 1920.

Wydawnictwo to może być pożyteczne w tym tylko przypadku, kiedy będzie używane pod bezpośrednim kierunkiem wytrawnego nauczyciela. Mineralogja traktowana jest w tej książeczce formalnie, z tą myślą, aby dać pewien pobieżnie ułożony zespół wiadomości, które „są obowiązujące dla każdego inteligentnego człowieka“. Że jednak kanon o zakresie i treści obowiązującej wiedzy mineralogicznej nie jest dziś ściśle określony (jak np. inne, dotyczące życia towarzyskiego), spotykamy często w wydawnictwach tego typu liczne uchybienia, od których nie jest wolna i omawiana tu książeczka (np. błędna wskazówka, iż boraks można zastąpić w perle węglanem sodu, nieuwzględnienie w opisie pirytu najwybitniejszych własności tego minerału i inne). Zbyteczne jest nadto wprowadzanie w tego rodzaju wydawnictwach układów krystalograficznych, tembardziej w związku z takimi nazwami jak: penta, hepta, enneasymetryczny i t. p., które ostatecznie żadnej rzetelnej korzyści uczniowi nie przyniosą.

Tablice do oznaczania minerałów obecne są w niektórych podręcznikach szkolnych jak np. Wiśniowskiego i Duchowicza (patrz str. 329).

Amatorów atlasów minerałów odsyłamy do podręczników: A. Schleyer'a (patrz str. 321) i L. J. Spencer'a (patrz str. 320). Sprawę korzystania z atlasów omawialiśmy na str. 283.

Wskazówki dotyczące wykonywania ćwiczeń i gromadzenia zbiorów znajdzie miłośnik mineralogji w cennej książce:

S. Karczewski. Geologja i mineralogja w szkole średniej. Wskazówki metodyczne. Str. 143. Nakład Gebethnera i Wolffa, Warszawa, 1923.

Książkę tę omawiamy obszerniej w artykule o metodyce nauczania.

Kazimierz Simm. Muzeum Przyrodnicze. Wskazówki do sporządzania i konserwowania zbiorów przyrodniczych. Str. 157. Nakładem księgarni B. Kotuli. Cieszyn, 1924.

W rozdziale VII tego wydawnictwa noszącym tytuł „Zbiór minerałów“ znajdujemy (na 18 str. druku) uwagi ogólne o minerałach oraz — wiadomości o przyborach i narzędziach do zbierania minerałów. Rozdział VIII (3 str. druku) poświęcony jest zbiorom skał.

Zagadnienia związane ze zbiorami mineralogicznymi i petrograficznymi potraktowane zostały stosunkowo dość pobieżnie. Objaśnienie o układzie trójskośnym (na str. 130) należy odpowiednio zmienić w tej myśli, iż wszystkie osi tego układu tworzą ze sobą kąty ukośne.

H. Wohlbold. Der Mineraliensammler. № 28 Biblioteczki p. t. „Illustrierte Taschenbücher für die Jugend“. Str. 132, z 71 rysunkami. Union Deutsche Verlagsgesellschaft. Stuttgart, Berlin, Lipsk (bez daty wydania).

Główne rozdziały: I. Co to jest minerał? II. Cechy rozpoznawcze minerałów (A. Postać zewnętrzna. B. Własności fizyczne. C. Własności chemiczne). III. Zbieranie i oznaczanie minerałów. Opisy ważniejszych minerałów. Skąły: A. Skąły lite. B. Skąły warstwowane. Ułożenie zbioru minerałów. Znaczenie minerałów dla człowieka.

Książeczka ta w wielu przypadkach może się okazać pomocną w praktycznym zapoznawaniu się ze światem minerałów. Nie jest jednak wolna od błędów i nieścisłości (wzory chemiczne niektórych minerałów: miki, chlorytu, amfibolu i innych – definicje minerału, osi krystalograficznych i inne). Zalecamy więc ostrożność w posługiwaniu się tem wydawnictwem. W symbolice krystalograficznej (niepotrzebnej, zdaniem naszym, w tego rodzaju wydawnictwach) stosowany jest system przestarzały, powszechnie zarzucony w nauczaniu.

Wydawnictwo to, w pewnej mierze skrócone i przerobione, ukazało się w języku polskim (patrz Bibliografja Stopnia I: Ciencja ała J. „Młody mineralog“).

Wspomnieć tu również należy o artykule, który był drukowany w I tomie poprzedniego wydania „Poradnika dla Samouków“:

J. Lewiński. Wskazówki do kompletowania zbiorów krajowych. „Poradnik dla Samouków“ T. I, wyd. II. Warszawa, 1901.

Artykuł ten, aczkolwiek wymagający dziś znacznych uzupełnień, przynieść może młodemu zbieraczowi duże usługi.

Ostatnio wspomniany artykuł jest niejako przejściem do typu przewodnika po kraju, mającego za zadanie wskazać, gdzie i w jakich warunkach można obserwować i zbierać występujące w naturze minerały i skąły. Wydawnictw, któreby czyniły zadość temu celowi w sposób szczegółowy, niestety w języku polskim właściwie nie mamy. Wykaz przewodników geologicznych dotyczących ziem polskich, wydanych w językach obcych oraz przewodników polskich — wydawanych z okazji różnych zjazdów naukowych, znajdzie czytelnik w cytowanej powyżej książce S. Karczewskiego i w podręczniku mineralogji i geologji T. Wiśniewskiego.

Rolę przewodników geologicznych mogą do pewnego stopnia odgrywać teksty objaśniające do Atlasu Geologicznego.

Galicji, które były wydawane w oddzielnych zeszytach przez Akademię Umiejętności.

Wspomnimy tu nadto o zbiorowym wydawnictwie niemieckim:

Sammlung geologischer Führer, wydawanem od r. 1897-go nakładem firmy B-ci Borntraegerów w Berlinie. Dotychczas wyszło około 20 tomików obejmujących rozmaite okolice Europy Środkowej (Niemiec, Austrii, Szwajcarji i Włoch).

c) Wydawnictwa z zakresu mineralogji i petrografji ziem polskich.

Radzimy przedewszystkiem zapoznać się z mapą geologiczną Rzeczypospolitej. Jedyną godną polecenia, aczkolwiek zawierającą dziś liczne braki (wskutek postępu w nauce), jest obecnie:

J. Grzybowski. Przeglądowa mapa geologiczna Ziemi Polskich, z tekstem objaśniającym i trzema przekrojami, wydana przez Z. Weyberga pod redakcją J. Morozewicza, z zapomogi Kasy im. Mianowskiego. Warszawa, 1912. Tekst objaśniający podany na 139 str. jest zbyt szczegółowy dla studjujących na Stopniu II. Należy tedy ograniczyć się głównie do rozejrzenia się w rozmieszczeniu rozmaitych skał na obszarze Polski.

Przypominamy na tem miejscu, iż część III omawianego powyżej podręcznika T. Wiśniowskiego („Zasady mineralogji i geologji”) poświęcona jest krótkiemu zarysowi geologji Rzeczypospolitej. Nadto, podręcznik ten posiada rozdziały: „O minerałach pożytecznych, znajdujących się w Polsce” i „O skałach użytecznych, znajdujących się w Polsce”.

Wiadomości z zakresu nauki o skałach polskich może czytelnik czerpać z artykułów poświęconych geologji, a zamieszczonych w I tomie „Encyklopedji Polskiej”, wydanym przez Polską Akademię Umiejętności p. t. „Geografja fizyczna ziem polskich i charakterystyka fizyczna ludności”. Artykuły te jednak zostały opracowane bez zachowania jednolitego poziomu dla całego wydawnictwa, stąd jedne mogą być dostępne dla czytelnika obeznanego już z programem nau czania na Stopniu drugim, gdy tymczasem inne wymagać będą przygotowania wyższego.

Najobszerniejszem dziś wydawnictwem poświęconem całości zagadnień geologicznych ziem polskich jest następujące:

J. Siemiradzki. „Geologia ziem polskich“. Tom I. Wyd. II, Str. 535. Lwów, 1922. Tom II, str. 584. Lwów, 1909. (Nakład Muzeum im. Dzieduszyckich).

Wydawnictwa tego odpowiadającego Stopniowi III układu przyjętego w Poradniku tutaj nie omawiamy.

Jak wynika z powyższego, wszystkie wymienione tutaj wydawnictwa w niewielkim tylko stopniu zaspokoić mogą brak książki, która traktowałaby o skałach i minerałach polskich w sposób zupełnie dostępny dla posiadających średnie wykształcenie miłośników mineralogji i petrografji.

Wiadomości o bogactwach mineralnych Polski znajdzie czytelnik w książkach zaliczonych do następnej grupy.

d) Wydawnictwa z zakresu mineralogji i petrografji stosowanej.

Wymieniamy przedewszystkiem te z pośród nowszych opracowań, które są poświęcone bogactwom mineralnym Polski.

T. Dybczyński. Skarby kopalne ziem polskich. Str. 62 z rysunkami i mapką. Wydawn. M. Arcta. Warszawa, 1920.

Książeczka popularna. Pożądane byłoby obecnie nowe jej wydanie z odpowiedniami uzupełnieniami i przeróbkami.

J. Grzybowski i St. Weigner. Płody kopalne ziem polskich. Artykuł w I tomie Encyklopedji Polskiej. Wydawnictwo Akademji Umiejętności.

Praca ta wymaga dziś uzupełnień. Czytelnik, interesujący się szczegółami omawianych w artykule tym zagadnień, musi sięgnąć do wydawnictw specjalnych jak np. „Przegląd Górniczo-Hutniczy“, który zamieszcza liczne artykuły, traktujące o złożach mineralnych ze stanowiska ich użyteczności.

W tem miejscu należy również wspomnieć o wydawnictwach Państwowego Instytutu Geologicznego. Zwracamy jednak uwagę, że korzystać w całej pełni z tych wydawnictw mogą jedynie ci, którzy przejdą kurs mineralogji i geologji na Stopniu III-im.

O technicznej przeróbce surowców mineralnych czytelnik dowiedzieć się może z książek traktujących o technologii chemicznej oraz — z podręczników towaroznawstwa.

Opisy sposobów dobywania minerałów (eksploatacja złóż) znajdzie czytelnik w podręcznikach górniczych.

Tutaj ograniczymy się do wymienienia jednego wydawnictwa z tego zakresu:

H. Kondratowicz. *Górnictwo* — 2 tomy. Wydane z zaopomogi Kasy im. Mianowskiego. Skład główny w księgarni Gebethnera i Wolffa. Tom. I, wydanie drugie, str. 623; Tom II, wydanie drugie, str. 757. Warszawa, 1918, 1919.

Spis rozdziałów: Złoża minerałów użytecznych. Nasze bogactwa mineralne. Poszukiwania górnicze. Sposoby urabiania minerałów. Roboty przygotowawcze. Odbudowa złóż minerałów użytecznych. Przewóz. Wyciąganie. Osuszanie kopalń. Przewietrzanie robót podziemnych. Czynności i urządzenia dodatkowe.

Specjalne znaczenie dla pragnących poświęcić się zawodowi jubilerskiemu może mieć książeczka:

K. Jurkiewicz. *Kamienie drogie.* Warszawa, 1879.

e) Podręczniki stanowiące przejście do Stopnia III i lektura uzupełniająca nauczanie na Stopniu II.

Po wypełnieniu programu nauczania na Stopniu II należy zwrócić uwagę przede wszystkim na uzupełnienie swych wiadomości z zakresu krystalografji. Pamiętajmy jednak, iż będzie to wymagało pewnego wyrobienia w myśleniu abstrakcyjnym, które dać może jedynie odpowiednie przygotowanie matematyczne.

W pierwszym rzędzie polecamy rozdziały poświęcone krystalografji geometrycznej w podręczniku:

Władysław Michalski. *Przyroda martwa*, przeznaczonym do użytku w szkole średniej (gimnazjum wyższem, seminarjum nauczycielskiem i t. p.). Część II. Podręcznik dla ucznia do nauki w domu. Zeszyt I. Str. 260. Wyd. „Książnica Polska“. Lwów — Warszawa, 1922¹⁾.

¹⁾ Patrz nadto Tom IV „Poradnika“ poświęcony „Krystalografji“, str. 127.

Zwracamy uwagę na rozdziały: 1. Stosunki geometryczne w kryształach (str. 117). 2. Systematyka kryształów (str. 126). 3. Stosunki genetyczne w kryształach (str. 169).

Zadaniem tej książki jest służyć uczniowi w jego pracy domowej, po wysłuchaniu wykładu nauczyciela i wykonaniu odpowiednich ćwiczeń; stąd pochodzi pewna fragmentaryczność objaśnień. Znajdujemy tu jednak i rozdziały pełniej opracowane, jako poświęcone tematом, o które jedynie potrąca się w kursie szkolnym. Rozdziały te (opatrzone gwiazdkami) autor przeznaczając „choćby dla jednostek tylko, zdradzających wybitniejsze uzdolnienie i skłonności w kierunku poznawania przyrody“. Wymienione rozdziały krytalografji do tej właśnie należą kategorii.

Wielką zaletą tej książki jest metoda zaprawiania ucznia do samodzielnego dochodzenia prawdy.

Zwracamy w tem miejscu uwagę na podręcznik *Hermana Tertsch'a* omawiany na str. 320.

Znacznie obszerniej traktowana jest krytalografja w następującej książce:

Z. Weyberg. Wiadomości początkowe z krytalografji, według dzieł *G. Wulffa* i *T. Liebisch'a*. Str. 251. Nakład księg. *E. Wende i Sp.* — Warszawa, 1905

Książka składa się z dwóch części: I część została poświęcona geometrii kryształów, II część — fizyce kryształów. Każda z tych części rozpada się na szereg następujących rozdziałów: I część: 1) prawo stałych kątów; 2) prawo stosunków wymiernych; 3) pasy; 4) zasady rachunków i obliczeń krytalograficznych; 5) prawo symetrii; 6) wyprowadzenie 32 gatunków symetrii krytalograficznej; 7) klasyfikacja kryształów; 8) opis układów, klas i pojedynczych form krytalograficznych; 9) kryształy bliźniące i polisyntetyczne; 10) powstawanie kryształów i ich niedoskonałości. II część: 1) spójność kryształów; 2) optyczne własności kryształów; 3) własności termiczne i elektryczne.

Na polecenie zasługuje jedynie część I, traktująca o krytalografji geometrycznej. Zwracamy uwagę na dość ciężki sposób wykładu.

Zasługuje na polecenie, jako do pewnego stopnia lekka a kształcąca lektura, książeczka napisana po rosyjsku:

G. Wulff. Symetria i jej projawlenia w przyrodzie — 1908. (Przekład polski tej książki, dokonany przez Cz. Jakcę-Bykowskiego, czeka na ogłoszenie drukiem).

Spis rozdziałów: Wstęp. O symetrii figur płaskich. O symetrii układów figur płaskich. O najważniejszych własnościach osi i środka obrotu. O symetrii sieci równoległobokowych. O symetrii figur przestrzennych. O symetrii układów figur przestrzennych. O najważniejszych własnościach płaszczyzn, osi i środka symetrii. O symetrii jako o wyłącznym wyniku odbicia. O symetrii w świecie zwierzęcym. O symetrii w świecie roślinnym. O symetrii kryształów. Wspólne prawa symetrii dla roślin i kryształów. O symetrii zjawisk.

Wydawnictwem, uwzględniającem nowsze zdobycze wiedzy i przeznaczonem dla początkujących studentów, jest książka:

F. v. Wolff. Einführung in die allgemeine Mineralogie, Kristallographie, Kristallphysik, Mineralchemie. Str. 135, rys. 155. Nakład „Quelle & Meyer“. Lipsk, 1922.

Książka podzielona jest na następujące części: Wstęp. Krytalografja geometryczna. Krytalografja fizyczna. Chemja mineralna. Mineralogja fizyczno-chemiczna. Wykaz ważniejszych podęczników. Skorowidz rzeczowy.

W książce tej zostały uwzględnione pokrótce wszystkie ważniejsze działy krytalografji i mineralogji ogólnej. Między innymi, osobny rozdział poświęcono strukturze kryształów, przyczem w sposób ogólnikowy zostały omówione metody badania kryształów przy pomocy promieni Roentgena. Wreszcie, na końcu książki znajdujemy ustęp poświęcony promieniotwórczości minerałów.

Korzystanie z tej książki wymaga przygotowania matematycznego w zakresie pełnego kursu szkoły średniej.

Z zakresu petrografji, która również nie może być traktowana zbyt obszernie w programie szkoły średniej, wymieniamy tu znaną książeczkę:

Ferdynand Löwl. Zarys nauki o skałach dla turystów i samouków. Tłumaczył z niemieckiego Z. Weyberg. Dodatek bezpłatny do tygodnika „Wszechświat“. Str. 123, z rysunkami. Warszawa, 1900.

Książka ta, napisana popularnie i zajmująco, służyć może jako uzupełnienie kursu nauczania na Stopniu II w zakresie nauki o skałach (petrografji).

Wadą tego wydawnictwa jest zupełny w niem brak wiadomości o skałach krajowych. Nadto książeczka ta zawiera pewne nieścisłości, jak np. na str. 32 czytamy, iż magmę wyobrażać sobie należy jako stop *nasiąknięty* wodą, przyczem woda ta utrzymywać się ma tam w stanie ciekłym wskutek wielkiego ciśnienia. Tymczasem wiemy z elementarnego kursu fizyki, że powyżej punktu krytycznego (364,3°C) nie można utrzymać wody w stanie skroplonym pod żadnem ciśnieniem.

Pomimo tego rodzaju wad, z którymi czytelnik, nie poprzestający na korzystaniu z jednej książki, da sobie radę, wydawnictwo omawiane zasługuje na uwagę miłośników naszej nauki.

Bardziej wyrobieni czytelnicy, pragnący uzupełnić swe wiadomości z zakresu nauki o skałach, mogą sięgnąć do I tomu dzieła:

M. Neumayr. Dzieje ziemi, aby zapoznać się z końcową tego tomu częścią: p. t. „Tworzenie się skał“. Część ta rozpada się na następujące rozdziały: 1) skały osadowe; 2) skały lite¹⁾ (masywne); 3) łupki krystaliczne. W polskim wydaniu dzieła Neumayra zostały częściowo omówione skały krajowe, co jeszcze bardziej powiększyło wartość tej pracy, zasługującej na polecenie.

Wspomniemy również o istniejącej w języku polskim książeczce:

Ludwik Garbowski. Zjawiska chemiczne w przyrodzie— na podstawie wykładów kosmografji chemicznej, wygłoszonych przez E. Baura w Politechnice Monachijskiej i innych źródeł. Str. 72 z rys. w tekście. Nakład korporacji „Welecja“ w Rydze. Skład główny E. Wende i S-ka. Warszawa, 1904.

Książeczka składa się z następujących części: Słońce i gwiazdy; ziemia; świat ustrojowy. Wiadomości z zakresu mineralogji znajdujemy głównie w dwóch pierwszych częściach. Część trzecia poświęcona jest przeważnie zagadnieniom chemji biologicznej. (Znajdujemy w niej jednak i ustępy dotyczące mineralogji jak np.: powstawanie węgla kamiennego, olej skalny).

¹⁾ Obecnie przyjęła się nazwa skał „ogniowych“ zamiast używanej dawniej — skał „litych“ lub „masywnych“.

Treść książki jest przeważnie streszczeniem wspomnianych w karcie tytułowej wykładów E. Baura, które ukazały się w wydaniu książkowym. Streszczenie to jest miejscami bardzo pobieżne, nadto — nie jest ono pozbawione omyłek. Czytając tę książeczkę należy pamiętać, że nauka w ciągu dwudziestu lat, które upłynęły od czasu wydania jej, poczyniła bardzo znaczne postępy.

Jako lekturę możemy polecić miłośnikom mineralogji i petrografji artykuły rozproszone w czasopismach przyrodniczych: „Wszechświat“, „Przyroda i Technika“, „Kosmos“, w których znajdujemy niekiedy cenne prace oryginalne lub przekłady z języków obcych dokonane przez najlepszych naszych mineralogów petrografów.

METODYKA NAUCZANIA MINERALOGJI NA STOPNIU I i II

opracował

STANISŁAW MAŁKOWSKI.

Treść: 1. Cel nauczania mineralogji. 2. Stan nauczania mineralogji w Polsce. 3. Stan nauczania mineralogji zagranicą. 4. Programy nauczania mineralogji w szkołach polskich. 5. Rola i znaczenie krystalografji w nauczaniu mineralogji. 6. Wiązanie mineralogji w nauczaniu z chemją lub geologją. 7. O wskazówkach metodycznych dotyczących się ćwiczeń praktycznych, pomocy naukowych i t. p. 8. Sprawa wydawnictw popularno-naukowych i podręczników. 9. Wycieczki, muzea, ochrona przyrody. 10. Wiadomości z zakresu historii nauki w nauczaniu. 11. Przygotowanie nauczyciela. 12. Bibliografja.

1. Ażeby wiedzieć jak uczyć, należy jasno zdawać sobie sprawę z tego, jaki jest *cel nauczania*. Dziś trudno powiedzieć, aby cel nauczania mineralogji¹⁾ na stopniu niższym i średnim był określony wyraźnie. Zresztą jest tak nietylko u nas, lecz i gdzieindziej (np. w Niemczech). Mineralogja w nauczaniu dopiero poczyna zdobywać sobie obywatelstwo jako przedmiot odrębny, posiadający własne cele, własne zagadnienia natury dydaktycznej oraz szczególne, sobie jedynie właściwe znaczenie wychowawcze.

Z samej natury przedmiotu wynika, że mineralogja powinna wiązać się w nauczaniu z geologją, jako nauka stanowiąca jedną

¹⁾ Zgodnie z uwagą na str. 281 mamy tu na myśli mineralogję łącznie z petrografją.

z podstaw, na której opieramy znajomość skorupy ziemskiej. Cel nauczania mineralogji będzie więc pokrywać się w znacznej części z celem nauczania geologii wogóle.

Zacznijmy od strony praktycznej.

Znajomość świata minerałów jest potrzebna, jako *uzupełnienie wykształcenia fachowego* pracowników wielu gałęzi przemysłu. Wielkie piece do wytapiania żelaza, cynkownie, huty ołowiane i inne, kopalnie rud, rozmaitych soli i materiałów palnych, fabryki ceramiki i cegielnie, przemysł kamieniarsko-budowlany, wreszcie znaczna część przemysłu chemicznego — wszystko to może być należycie zrozumiane w działaniu dopiero wówczas, kiedy surowce, na których oparty jest byt wymienionych gałęzi przemysłu, będą poznane. Surowcami temi są minerały lub zespoły minerałów — skały. Jeżeli ktoś pragnie poświęcić się pracy w dziedzinach przemysłu lub handlu, służącego temu przemysłowi, nie chcąc być jedynie biernym narzędziem w rękach innych, lecz świadomym swej roli i zadań pracownikiem, ten nie obejdzie się bez mineralogji. Rolnictwo zwraca dziś coraz większą uwagę na dokładne poznanie gleby. Wiemy również dobrze, że zrozumienie zjawisk zachodzących w glebie i poznanie jej składu jest wręcz niemożliwe bez znajomości mineralogji. Stąd też wynika potrzeba jak najszerszej popularyzacji wiadomości mineralogicznych wśród młodzieży rolniczej.

Jak widać z powyższego, zaznajomienie się z minerałami i skałami ułatwia człowiekowi *zrozumienie współczesnej kultury materialnej*. Nie idzie tu tylko o zdanie sobie sprawy z działalności rozmaitych fabryk, kopalń i t. d., lecz i o pozyskanie jaśniejszego poglądu na przedmioty i zjawiska, z którymi mamy do czynienia w życiu codziennem. Wyjaśnienie roli rozmaitych minerałów w naszym życiu może mieć tę jeszcze dobrą stronę, że w umyśle poznającego powstaje obraz ściślej zależności człowieka od składu skorupy ziemskiej, a stąd — większe zainteresowanie ziemią i wewnętrznym zbliżeniem do niej.

Istotne *zbliżenie wewnętrzne do ziemi* następuje wszakże dopiero w bezpośrednim z nią zetknięciu, na wycieczkach i w czasie samodzielnie przedsięwziętych poszukiwań. Zjazd do kopalni nie dla wrażeń, wywołanych opuszczaniem się windą w wielką

głębinię, lecz dla poznania tajemnic ukrytych w tej głębini i rzeczywistego wyjaśnienia sobie jakiegoś szczegółu dotyczącego składu lub budowy skorupy ziemskiej, zwiedzenie odkrywki lub kamieniołomu, dostrzeżenie na urwisku skalnym żył mineralnych, lub — zebranie piasku z wydmy i wydzielenie zeń ziarn kilkunastu rozmaitych minerałów — wszystko to, wykonane po odpowiednim przygotowaniu, daje w sumie istotne zbliżenie się do ziemi. Tak, jak zbliżamy się do człowieka, gdy poznając go w rozmaitych okolicznościach, odczuwamy coraz większe zainteresowanie się jego osobą, tak samo i w przypadku ziemi zbliżyć się do niej możemy przez poznanie; — zainteresowanie się ziemią będzie niewątpliwie wzrastało w miarę rozwoju naszej o niej wiedzy.

Jakże inaczej przemawia do nas krajobraz, kiedy rozpoznając jego szczegóły, odczytujemy dzieje ukształtowania tego obejmowanego wzrokiem kawałka powierzchni skorupy ziemskiej! Pamiętajmy, że jeden z kluczy potrzebnych do *zrozumienia krajobrazu* daje poznanie charakteru mineralogicznego jego skał i gleby.

Nie potrzebujemy dowodzić, że poznawanie całej przyrody a więc i świata nieożywionego ziemi rodzinnej wzmacnia i pogłębia *przywiązanie do kraju*, a przez to ułatwia umiłowanie czegoś, co wykracza poza granice interesów osobistych, umiłowanie, które może być wielokrotnie w życiu człowieka jego podstawą moralną. Pragniemy natomiast wykazać, że nauki geologiczne (a w ich liczbie i mineralogja) dają mocną i pewną, bo w głębi ziemi ugruntowaną podstawę do kształtowania się stosunku człowieka do człowieka i narodu do narodu, nie w ciasnym zakresie egoistycznych interesów jednostek, klas społecznych a nawet narodów, lecz w myśl interesów całej ludzkości.

Bogactwa mineralne, których dostarcza ziemia, będące często przyczyną zatargów międzynarodowych i wojen, wówczas jedynie mogą być wyzyskiwane w sposób najbardziej korzystny dla dobra całej ludzkości, kiedy eksploatacja ich odbywa się na zasadzie współdziałania zainteresowanych. Jest to dziedzina ząbienia się nauk przyrodniczych z naukami ekonomicznymi. Nauka o złożach minerałów użytecznych wykazuje niezbicie, że złoża te roz-

mieszczono są na powierzchni ziemi niejednostajnie. Są obszary pozbawione zupełnie pewnych minerałów, gdy tymczasem inne minerały, nieobecne gdzieindziej, tam właśnie występują w obfitości. Dlatego, wobec coraz potężniejszego rozwoju kultury, nasuwa się z żelazną konsekwencją konieczność międzynarodowego porozumienia w stosunku do bogactw ziemi. Polska w porównaniu z innymi krajami (np. Włochami, które nie mają węgla, lub krajami pozbawionymi soli, nafty, łożyskami i cynku) znajduje się w dość szczęśliwym położeniu, lecz kraj nasz nie ma w ilości dostatecznej miedzi, nie ma kruszców niklu i metali szlachetnych, nie ma wielu innych minerałów, które sprowadzać musi z innych krajów. Mamy natomiast nadmiar węgla, nafty, cynku, wosku ziemnego i musimy szukać dla nich dogodnych rynków zbytu. *Pierwiastek gospodarczy* wprowadzony do nauki szkolnej ożywia przedmiot, wznecając w uczniach *uczucia obywatelskie*. Wiadomości o bogactwach krajowych wysłuchiwanie są zazwyczaj z wielkim zainteresowaniem. Nie należy ich nigdy pomijać.

Najbliżsi sąsiedzi nasi od zachodu powiadają¹⁾, że nauka wogóle, a specjalnie mineralogja i geologja, powinny być na usługach woli narodu i taka jest ich rola w szkole. My postawimy sprawę odmiennie. Pracownicy nauki powinni w miarę swych sił i możliwości zaspakajać potrzeby własnego narodu, lecz nauka zachować musi swą niezależność w pozyskiwaniu i głoszeniu prawdy. To jedynie może zabezpieczyć naród od postępowania wbrew prawom i koniecznościom przyrodniczym. Nauka niemiecka służyła woli narodu inspirowanej przez jego władców, dążących do zawładnięcia bogactwami naturalnymi Europy i ujarznienia sąsiadujących z nimi narodów. Rezultaty wojny wykazały, że droga, którą szły Niemcy, wbrew widocznej coraz wyraźniej i wynikającej z warunków przyrodniczych konieczności organizowania zgodnego współdziałania narodów w gospodarce na kuli ziemskiej, okazała się dla nich zgubna.

Wpływ nauk geologicznych na traktowanie spraw gospodarczych i politycznych kraju omawiamy rozmyślnie nieco obszerniej.

¹⁾ J. R u s k a. *Methodik des mineralogisch - geologischen Unterrichts*. Stuttgart, 1920. Str. 33—34.

Sądzymy bowiem, że zagadnienia tu poruszone mogą być wplatanie w wykład mineralogji i geologii w klasach wyższych w celu budzenia w dorastającej młodzieży ducha obywatelskiego i — przyzwyczajania młodych umysłów do traktowania nauk przyrodniczych nie w oderwaniu od życia, nietylko jako przedmiotu bezinteresownego poznania, rozrywki lub gimnastyki umysłowej, lecz — jako rzetelnych podstaw bytu.

Z tego, cośmy powyżej mówili, wynika po części *wpływ moralny* nauczania mineralogji i geologii. Poznanie ziemi jako całości wraz z jej bogactwami budzi niekiedy wilcze apetyty, lecz zarazem, przy głębszem ujęciu sprawy, wywołuje przeświadczenie, że w interesie całej ludzkości leży niszczenie owych krwiozerczych instynktów. Tutaj więc moralny stosunek człowieka do człowieka i narodu do narodu (mający swe źródła w innych dziedzinach życia duchowego) znajduje mocne, przyrodniczo uzasadnione oparcie.

Wpływ moralny omawianych nauk uzewnętrznia się i z innej jeszcze strony. Dążenie do poznania prawdy, wspólne wszystkim naukom, tu szczególnie posiada urok. Wszak prawdy poznawane dotyczą ziemi, tej jedynej, świadomie lub podświadomie odczuwanej podstawy życia człowieka! Niezależność nauki w tej dziedzinie poznania wiąże się często z wewnętrznymi przełomami w duszach młodzieży, poczynającej spoglądać krytycznie na świat otaczający i uświęcone tradycją kościelną poglądy na historję stworzenia. To, o czem mówimy, odnosi się głównie do innych działów geologii (geologia historyczna, hipotezy kosmogoniczne), chociaż i mineralogja wraz z petrografją (np. dział dotyczący „życia“ minerałów i skał) potraça owe zagadnienia. O tem nauczyciel powinien zawsze pamiętać i postępować w ten sposób, aby młody człowiek, jeżeli ma przebyć walkę wewnętrzną, wychodził z niej zawsze wzmocniony pod względem moralnym, z postanowieniem służenia przedewszystkiem prawdzie.

Nie należy również zapominać o *wpływie estetycznym* nauk geologicznych na uczniów. Poza bliższem związaniem się z pięknem krajobrazów, wynikającym z ich zrozumienia, na kształtowanie się zmysłu estetycznego oddziaływa dostrzeganie w przyrodzie martwej *dążenia do harmonji*. Na czoło wysuwa się tu nauka o kryształach, będąca właściwie gałęzią fizyki, związana

jednak ściśle z mineralogją z tego powodu, że świat przepysznych kryształów naturalnych był terenem, gdzie nauka ta narodziła się i rozwinęła, oraz, że krystalografja jest jedną z głównych nauk pomocniczych mineralogji.

Zwróćmy wreszcie uwagę na *wpływ mineralogji na wyrobienie umysłu*. Przedewszystkiem zaznaczyć należy, że w rozpoznawaniu minerałów opierać się trzeba na szeregu faktów stwierdzonych przy pomocy rozmaitych zmysłów. Oprócz zmysłu wzroku, który ma często jedyne zastosowanie w takich naukach opisowych jak np. zoologja, wchodzi w grę zmysł dotyku, poczucie siły ciężenia, zmysł węchu, zmysł smaku a niekiedy i słuchu. Suma sądów oddzielnych, uzyskanych na drodze badań analitycznych przy zastosowaniu rozmaitych zmysłów, składa się na jeden sąd syntetyczny, skupiający wszystkie oddzielne w postaci orzeczenia, z jakim mianowicie minerałem mamy do czynienia. Często powzięcie tego ostatecznego sądu wymaga celowo wykonanych doświadczeń, mających za zadanie uwypuklenie pewnych cech badanego ciała, niedostępnych do stwierdzenia w obserwacji prostej i bezpośredniej.

Metoda obserwacji i rozumowania, którą daje mineralogja, jest zatem niezmiernie cenna w pracy nad wszechstronnem wyrobieniem władz umysłowych człowieka. Umysł, który przeszedł przez dobrą szkołę mineralogji, zyskuje dzięki jej metodom poznawania zabezpieczenie przed wnioskowaniem zbyt powierzchownem i jednostronnem.

Wychowawca, posługując się umiejętnie metodami „myślenia mineralogicznego“ lub „geologicznego“, zaprawia młode umysły do spokojnego, systematycznego i możliwie wszechstronnego zbadania przedmiotu, zanim zostanie powzięty sąd o nim. Ten niezwykle cenny we wszelkiem poznawaniu spokój udziela się w stopniu jeszcze większym pod wpływem nauki o „życiu skał“, która stanowi pomost między mineralogją a geologją historyczną. Za pośrednictwem tej nauki stykamy się z zagadnieniem czasu. Uwzględnianie nieproporcjonalnie wielkich (w porównaniu z życiem nietylko jednostki lecz i całej ludzkości) okresów czasu wywołuje bardzo charakterystyczne skupienie się wewnętrzne i pogłębienie poglądu na życie własne.

Trzeba, ażeby wychowawcy zdali sobie sprawę z tego, że myśl geologiczna wyprowadza człowieka daleko poza granice stosunków międzyludzkich, każąc jego władzom duchowym mierzyć się z zagadnieniem wieczności.

Wychowawcy, którzy zdołają wyzyskać, jakby zupełnie niedostrzegane dotychczas, możliwości oparcia się w pracy na tych realnych podstawach kształtowania się dusz ludzkich, które dają im nauki geologiczne, rozpoczną, jak mi niemam, nowy okres nie tylko w nauczaniu nauk przyrodniczych, lecz i w dziejach nauczania wogóle.

Na jedno jeszcze zwróćmy uwagę. Oprócz jedynie sobie właściwego sposobu kształcenia umysłu i uczuć, nauki geologiczne zmuszają do kształcenia sił fizycznych. Praca geologa i mineraloga nie ogranicza się do sal pracowni i muzeum. Jeżeli nie chce on stracić związku z przyrodą, *musi* poznawać ją bezpośrednio, musi z młotkiem w ręku odbywać wędrówki, badając warunki naturalne występowania minerałów i skał, gromadząc zbiory, wykonywając rysunki, szkice i mapy.

Hasło badaczy skorupy ziemskiej brzmi: „Mente et malleo!“ — „Myślą i młotem!“

Czyż idea tego hasła nie powinna opanować i przyświecać naszej pracy wychowawczej, — czy metoda myślenia geologicznego, wyzwalająca człowieka z szarzyzny dnia codziennego poczynaniom przerastającym życie jednostki, nie powinna przeniknąć młodych pokoleń, aby wytwarzać typ dzielnego duchowo i fizycznie obywatela, zdolnego budować gmach Rzeczypospolitej nie jedynie dla siebie, lecz w harmonji z prawami Wieczności, na miarę myśli i uczuć, które wydają się nam najwznioślejsze. W tych bowiem myślach i uczuciach wyraża się przyszłość, której służyć ma wszystko, co zostawiamy po sobie.

Cel nauczania mineralogji ujmujemy w streszczeniu w sposób następujący.

I. Z punktu widzenia rzeczowego:

a) poznanie własności i genezy najpospolitszych części składowych skorupy ziemskiej (minerałów i skał);

b) uzupełnienie fachowego przygotowania (w przypadku nauczania pracowników należących do gałęzi techniki mającej związek z przedmiotem mineralogji).

II. Z punktu widzenia wychowawczego:

a) ćwiczenie umysłu w wyprowadzaniu wniosków ogólnych (synteza), opartych na szeregu celowo wykonanych szczegółowych obserwacyj i doświadczeń (analiza);

b) ćwiczenie w posługiwaniu się rozmaitemi władzami poznania (czego nie dają nauki biologiczne, wyrabiające jedynie zmysł obserwacji wzrokowej);

c) kształcenie: w wyprowadzaniu wniosków dotyczących zależności funkcjonalnych między postacią przedmiotu, jego własnościami szczególnymi i warunkami środowiska, w którym został utworzony, — w dostrzeganiu analogji i tożsamości, — w tworzeniu uogólnień i klasyfikacji, wykrywaniu osobliwości i t. d. ¹⁾);

d) wyrabianie zdolności prawidłowego spostrzegania własności brył trójwymiarowych oraz — posługiwania się w myśleniu pojęciami przestrzeni trójwymiarowej. Zdolność tę wyrabiają nie dające się pominąć w kursie mineralogji na Stopniu II-gim a nawet I-ym elementy krystalografji;

e) zbliżenie wewnętrzne uczącego się do podłoża życia, jakim jest skorupa ziemska wogóle, do ziemi zaś rodzinnej w szczególności, drogą poznania jej części składowych i jej genezy; (wyrażona w tym punkcie idea określa w sposób syntetyczny główny, w mojem zrozumieniu, cel nauczania geologii i mineralogji w szkole średniej);

f) umacnianie kształtujących się w jednostce przekonań i uczuć obywatelskich na podstawie wymienionego wyżej zbliżenia do ziemi i rozumienia zależności bytu ludzkości od bogactw naturalnych skorupy ziemskiej.

¹⁾ Nie wymieniamy tu wszystkich wpływów nauczania mineralogji na wyrabianie zdolności umysłowych ucznia. Wiele z pośród nich należy zarówno do nauk o przyrodzie ożywionej jak i nieożywionej (porównaj: „Cel nauczania o istocie żywej“ w „Programie Gimnazjum Państwowego — Wyd. Matem. - Przyrodn.“ Warszawa 1922. Wydawn. Min. W. R. i O. P. — na str 66). Tutaj starałem się podkreślić te wpływy, które w nauczaniu mineralogji zasługują na szczególną uwagę.

Z porównania obu powyższych punktów wynika zrozumienie wpływu moralnego nauczania mineralogji.

g) Wprowadzenie jako metody poznawania t. zw. „myślenia geologicznego“, polegającego na genetycznym ujmowaniu wielostronnie zbadanych rzeczy i zjawisk, przy operowaniu okresami czasu nieproporcjonalnie wielkimi w porównaniu z życiem ludzkim. „Myślenie geologiczne“ wywiera wpływ dodatni na opanowanie się i spokój wewnętrzny, potrzebny w każdym poznaniu oraz — na pogłębienie stosunku do własnego życia.

Nadto nauczanie mineralogji i geologji jest ważne wychowawczo ze względu na wpływ estetyczny oraz — ze względu na konieczność odbywania licznych wycieczek, które wyrabiają w uczniach siły fizyczne, spostrzegawczość i uczą wiązać teorię z praktyką.

2. Przechodząc do zagadnienia, jak należy uczyć się lub nauczać innych mineralogji, musimy zdać sobie sprawę ze stanu nauczania tej gałęzi wiedzy u nas i zagranicą.

Stan nauczania pewnej gałęzi wiedzy wiąże się ściśle ze *stanem jej uprawy w społeczeństwie*.

Stan uprawy mineralogji w Polsce podlegał rozmaitym kolejom. Z zamieszczonego w tomie niniejszym artykułu p. t. „Historja mineralogji w Polsce“ p. K. Koziorowskiego dowiadujemy się, że był w Polsce okres szczególnego zainteresowania się naszą nauką. Zamiłowanie do zgromadzenia zbiorów mineralogicznych dawało np. tego rodzaju wyniki, że zbiory polskie (prywatne)¹⁾ wysuwały się na czoło ówczesnych zbiorów europejskich. Komisja Edukacyjna odradzająca szkolnictwo polskie nie tylko nie zastała w literaturze naukowej braku odpowiednich książek, lecz mogła odrazu polecić do nauki mineralogji w szkołach jakkolwiek nie podręcznik, lecz dziełko napisane oryginalnie i utrzymane na poziomie ówczesnej wiedzy: „Rzeczy kopalnych osobliwie podatniejszych szukanie, poznanie i zażycie“, Ks. Krzysztofa Kluka.

W dobie Wernera i w czasach następujących bezpośrednio po niej zainteresowanie się mineralogją ogromnie wzrastało: D o

¹⁾ Np. Ks. Jabłonowskiej z Siemiatycz.

meiko, Zan, Wybicki, Dunin-Borkowski, Symonowicz, Pawłowicz, Drzewiński, Jakowicki, Kumelski... byli — lub dążyli, aby się stać — pionierami tej gałęzi wiedzy. Cały szereg podręczników i książek o charakterze pedagogicznym, specjalnie tej nauce poświęconych¹⁾, świadczy, że stan uprawy mineralogji w Polsce podnosił się, przynosząc plon obfity.

Katastrofy przeżywane przez naród wywołały stan taki, że, jakkolwiek okres ówczesny znamionował zwrot ku pracy pozytywnej i płynące stąd zalecenia uprawy nauk ścisłych, brakło jednak sił materialnych, aby nauki przyrodnicze nie uległy upadkowi. Wymagają one bowiem, jak wiemy, od swych pracowników nie tylko gruntownego przygotowania, lecz i swobody ruchów w działaniu oraz — wielu środków i instytucyj pomocniczych, których pozyskanie było wówczas niesłychanie trudne.

Obecnie mineralogja w Polsce znajduje się w stanie, który na pierwszy rzut oka możnaby określić jako dziwny. Posiadamy kilku mineralogów (zajmujących najwyższe stanowiska naukowe), którzy swą pracą przyczynili się w sposób wybitny do budowy gmachu współczesnej wiedzy mineralogicznej. Ze względu na współistnienie obok siebie kilku pierwszorzędnych sił twórczych mineralogja w Polsce święci okres rozkwitu; — ze względu jednak na stan uprawy tej nauki w społeczeństwie polskiem, nauka ta przeżywa okres smutnego upadku. W umyśle przeciętnego obywatela zarówno z pośród osób z wyższem jak i ze średniem wykształceniem wyrazy: mineralogja, minerał, wywołują zapewne zwykle następujące skojarzenia pojęciowe: suche, nudne, zimne, zakurzone... To zjawisko jednak ma swe uzasadnienie nie tylko w kolejach żywota naszego narodu w ciągu minionego wieku.

Warunki naszego życia narodowego mogą tłumaczyć dlaczego *my* nie zdobyliśmy się dotychczas na znalezienie metod uprawy w społeczeństwie tej nauki, która przed stu zgóą laty ciągnęła ku sobie tyle żywotnych i dzielnych polskich umysłów. Dlaczego jednak tego kurzu z gablot i książek mineralogicz-

¹⁾ „Przegląd podręczników mineralogji w Polsce“ skreślony przez J. Morozewicza i wydany jako wstęp do polskiego przekładu dzieła Tschermaka p. t. „Podręcznik mineralogji“.

nych, mających służyć społeczeństwu, nie zdmuchnął jakiś ożywczy powiew z obczyzny, gdzie uprawa nauk przyrodniczych, a więc i mineralogji, mogła odbywać się swobodnie? — Powiew ten nie przychodził, bowiem wszędzie mineralogja, jak obecnie w Polsce, rozwijała się i zakwitała w pracowniach naukowych, pedagodzy zaś i popularyzatorzy nauk przyrodniczych oddawali swe siły do rozporządzenia naukom biologicznym. Wszak i dziś popularne pojęcie „przyrodnika“ odpowiada właściwie pojęciu „biologa“.

Łatwo można znaleźć wytłumaczenie omawianego tu stanu rzeczy w skali zainteresowań i emocyj, przeżywanych w ciągu kilku ostatnich dziesiątków lat pod wpływem nowych odkryć i teoryj naukowych. Teorja ewolucji w świecie ożywionym wysunęła się na plan pierwszy w oczach pedagogów. Nie chcemy zwalczać jej błogosławionych zdobyczy i wpływów na umysłowość człowieka, podkreślamy jednak, że nie wyczerpuje ona bynajmniej wszystkiego, co dać mogą dla wykształcenia umysłu nauki przyrodnicze, przedewszystkiem zaś — grupa nauk o ziemi.

3. Jak powiedzieliśmy wyżej, nauki geologiczne wogóle, w szczególności zaś związana z niemi mineralogja, nie cieszą się powodzeniem wśród pedagogów niektórych innych także krajów. Przytaczamy tu drobną tego ilustrację. Oto Redakcja „Poradnika“ zwróciła się do jednego ze swych przyjaciół w Paryżu z prośbą, aby zasięgnął informacji u pedagogów tamtejszych o stanie nauczania mineralogji w szkołach francuskich. Treść informacji jednego z pośród tych pedagogów wyraziła się w następującem dosadnie wyrażającym istotną myśl zdaniu: „Czyż jest taki kraj, gdzie nieszczęsnej młodzieży zatrzuwa się tem życiem?“

Nie dziwny się więc, że wobec takiego stanu rzeczy mineralogja w szkołach francuskich jako taka nie istnieje. Natomiast geologja ogólna i geologja historyczna została tam wprowadzona w programach z r. 1920 do wyższych oddziałów szkół elementarnych i jest przedmiotem nauczania w ciągu dwóch lat (razem 28 lekcyj). Luźne wiadomości z zakresu mineralogji, podane w formie suchej, tułają się w kilku miejscach podręczników przeznaczonych dla omawianych szkół; — w stosunkowo największej liczbie znajdują się one w dziale geologji stosowanej,

której poświęcono 4 lekcje (patrz: podręcznik A. Fraysse'a i podobnie traktujący przedmiot — V. Boulot'a. Bardzo rozpozszechniony podręcznik P. Ledoux — „Cours de Sciences physiques et naturelles — Cours supérieur et complémentaire Brevet Élémentaire“ obejmuje 72 lekcje (na 608 str.), z których 3 na 18 str. poświęcono geologii w układzie następującym: 1) La terre. Modifications de l'écorce terrestre. 2) Les pierres et les terrains. 3) Formation du globe terrestre. Classification des terrains).

W szkołach średnich francuskich geologia weszła również do programów, mineralogja zaś znajduje się w zaniedbaniu, podobnie jak w szkołach elementarnych.

W Niemczech zainteresowanie nauczaniem mineralogji i geologii wzrasta coraz bardziej. W rozmaitych krajach związku państw niemieckich nauczanie to znajduje się w różnych stanach rozwoju. Mamy przykłady (w programach szkolnych) wiązania nauk geologicznych z geografją lub chemją, mamy jednak i przykłady daleko sięgających udoskonaleń. W literaturze poświęconej metodyce nauczania mineralogji i geologii (patrz J. Ruska w wykazie bibliograficznym) znajdujemy wyrażone poglądy i zakreszone plany, które zasługują na największą uwagę naszych pedagogów. Spotykaliśmy się tam między innymi z przekonaniem, któremu pragniemy dać wyraz w artykule niniejszym, że nauki geologiczne wraz z mineralogją mają ogromną przyszłość przed sobą w dziedzinie nauczania i wychowania dzięki owej metodzie „myślenia geologicznego“, którą przynoszą. Interesującym się bliżej temi sprawami oraz stanem nauczania w Niemczech radzimy zapoznać się z dziełem J. Ruski.

W austriackich gimnazjach klasycznych (według programu z r. 1909) mineralogję wykładano razem z chemją w ciągu II semestru klasy IV (3 godz. tygodniowo) i — razem z geologją w I semestrze klasy V (3 godz. tyg.). W gimnazjach realnych w sem. II klasy IV wykładano mineralogję razem z chemją po 3 godz. tygodniowo; w sem. II klasy VII — mineralogję wykładano po 2 godz. tyg., jako przedmiot oddzielny; w klasie VIII (w sem. I i II) wykładano geologję ogólną wraz z petrografją, po 2 godz. tygodniowo. W t. zw. „szkołach realnych“ (Real-

schule), w kl. IV (w ciągu obu semestrów) wykładano mineralogję łącznie z chemją (po 3 godz. tyg.); w kl. VII, w sem. I mineralogja z petrografią zajmowała 3 godz. tyg., — w sem. II wykładano geologję w ciągu 3 godz. tygodniowo.

Na szczególną uwagę zasługują również: Szwajcarja (gdzie nauczanie mineralogji i geologji w szkołach średnich odbywa się od szeregu dziesiątków lat) oraz Szwecja (ze względu na wysoką kulturę i warunki przyrodnicze kraju). W szwedzkich szkołach realnych nauczanie mineralogji i petrografji odbywa się w klasie V i VI.

W Anglii, o ile nam wiadomo, mineralogja traktowana jest w szkole średniej łącznie z geologją. O wysokim poziomie nauczania w zakresie tych nauk świadczą angielskie podręczniki. W Stanach Zjednoczonych Am. Płn. wspólny plan nauczania nie istnieje, każdy stan bowiem ma własną organizację szkolnictwa. Specjalnie mineralogja i krystalografja, jak nas poinformowano, są uważane naogół za przedmioty techniczne i wykładane w specjalnych szkołach technicznych i kolegjach. W nauczaniu położony jest główny nacisk na pracę w laboratorium i w polu.

Powyższe wiadomości o charakterze fragmentarycznym przytoczyliśmy, jako ilustracje omawianego tu zjawiska, którego jesteśmy świadkami, a mianowicie — zyskiwania przez nauki geologiczne łącznie z mineralogją coraz szerszych praw obywatelstwa w zakresie nauczania w szkołach.

Nie we wszystkich z pośród krajów najbardziej kulturalnych, jak widzimy, zjawisko to ma przebieg analogiczny. Byłoby nadzwyczaj interesujące porównanie stanu nauczania geologji i mineralogji w różnych krajach, oparte na materiale wyczerpującym, z wzięciem pod uwagę warunków przyrodzonych kraju, — jego kultury materialnej i duchowej oraz — charakteru psychiki ludności. Praca taka niewątpliwie przyczyniłaby się do większego zainteresowania się naukami geologicznymi w naszym szkolnictwie średnim, zawodowym i elementarnem.

4. Do niedawna w programach gimnazjów rządowych polskich skromne wiadomości z zakresu mineralogji i geologji były włączane w zakres lekcji geografji, botaniki i częściowo chemji. W nowo wydanych programie gimnazjum matematyczno-przyrod-

niczego znajdujemy geologję z mineralogją w klasie siódmej (4 godziny tygodniowo, z których przeciętnie 1 godz. przeznaczono na zajęcia praktyczne i przeciętnie 1 godz. tygodniowo na wycieczki). Sądzićby tedy można, że sprawa nauczania mineralogji w naszych szkołach średnich znajduje się obecnie na dobrej drodze. Niestety jednak tak nie jest, bowiem typ gimnazjów matematyczno - przyrodniczych znajduje się obecnie w fazie upadku. Typem panującym jest gimnazjum humanistyczne, pozbawione nauki geologji i mineralogji, jako przedmiotu odrębnego.

Program szczegółowy nauczania mineralogji i geologji w gimnazjum matem. - przyrodniczem obejmuje następujące części: A. ćwiczenia praktyczne, mające na celu poznanie najpospolitszych składników skorupy ziemskiej, ich własności i genezy; B. skorupa ziemska, jej powierzchnia i wewnątrz; C. geologja historyczna.

Ogólna idea programu tego zupełnie nam odpowiada. Zwracamy uwagę na położenie nacisku na ćwiczenia praktyczne w nauczaniu mineralogji, co jest i naszym zdaniem bardzo słuszne i pożądane. Program podany na str. 311 tomu niniejszego różni się od omawianego konstrukcją, ujmowaniem oddzielnych części oraz w pewnej mierze — zakresem. Nie będziemy tu omawiali szczegółów obu programów, gdyż są to sprawy natury obecnie drugorzędnej i wymagać będą okresu doświadczeń i prób. Najważniejszym obecnie w nauczaniu mineralogji i geologji jest, kto ma ich uczyć — czy będzie to człowiek rozumiejący i miłujący przedmiot, czy też obojętny wykonawca przyjętych obowiązków.

Nie mamy też zamiaru domagać się powiększenia liczby godzin nauczania mineralogji i geologji lub wtłoczenia w program jak największej ilości wiadomości. Według nas programy szkół średnich wogóle są aż nadto przeładowane. Być może, że jest to stan przejściowy. Liczne przypadki „zakuwania“ młodych umysłów masą wtłaczanego w nie w szkole materiału faktycznego wywołują zjawisko takie, że młody człowiek kończący szkołę średnią, zamiast pozyskania rozmachu w pracy i pragnienia zmierzenia swych sił z trudnościami i przeszkodami w rozwoju życia, wynosi z niej często tylko marzenie o zacisznem wege-

towaniu. Szkoła średnia powinna rozbudzać pełnego człowieka, powinna nawiązywać między nim a rozmaitemi dziedzinami poznania żywe związki i wskazywać perspektywy umożliwiające dalszą pracę o własnych siłach.

Sądźmy tedy, że sto kilkadziesiąt godzin w ciągu całego roku w polskim gimnazjum państwowem matematyczno-przyrodniczem, oddane do rozporządzenia nauczycielowi mineralogji i geologii mogą wystarczyć, aby tę zaniedbaną dotychczas dziedzinę nauczania podnieść do właściwego jej znaczenia.

* Czy nauki geologiczne wraz z mineralogją zdołają wywrzeć swój wpływ na systemy kształcenia i wychowania, jak to czyniły i czynią dotychczas nauki filologiczne, historyczne i biologiczne — pokaże przyszłość.

5. W zakresie nauczania mineralogji na Stopniu II-im, a nawet I-ym, jak to wynika z podanych wyżej programów, znaleźć się winny *elementy nauki o kryształach*. Używając wyrazu „elementy“, chcemy przez to wyrazić, że właściwa krytalografia, jako nauka ścisła, może być studjowana z pożytkiem dopiero na stopniu wyższym (III-im) (patrz tom IV „Poradnika“). Na I-ym i II-im Stopniu nauczania mineralogji potrzebne są wiadomości z zakresu krytalografji o tyle, o ile jest to konieczne do poznawania cech zewnętrznych badanych minerałów.

Wiadomości z zakresu krytalografji na stopniu II-im ograniczyć się winny do poznania i, o ile możności, doświadczalnego sprawdzenia *prawa stałości kątów* oraz — do zapoznania się z *elementami symetrii kryształów* (osie symetrii, płaszczyzny symetrii, środek symetrii) na przykładach rozmaitych modeli kryształów; wreszcie na szeregu przykładów można wykazać zależność własności fizycznych minerału od kierunków krytalograficznych. W zależności od tego, czy i w jakim stopniu w kursie fizyki uczniowie zapoznali się z promieniami Roentgena, można spróbować zaznajomić ich z ogólnymi wynikami dotychczasowych badań wewnętrznej budowy kryształów i — stwierdzić ścisłą zależność postaci zewnętrznej kryształu od jego budowy wewnętrznej. (Patrz nadto ustęp 4 w artykule o nauczaniu na Stopniu II-im).

6. Omawiając nauczanie na Stopniu II-im (w ust. 6), poruszyliśmy zagadnienie, czy lepiej jest wiązać mineralogję z nauczaniem chemji, czy też — geologii.

Na tem więc miejscu nie będziemy pisali o tem obszerniej. Zaznaczamy tylko pokrótce, że, zdaniem naszym, mineralogja wraz z petrografją powinna się łączyć w nauczaniu z geologją ogólną, przytem jednak, w ogólnym programie nauczania, nauki te poprzedzone być winny fizyką oraz chemją, której wykład powinien być o ile możności oparty na faktach i zjawiskach wziętych ze świata minerałów.

7. W pełnej odpowiedzi na pytanie, jak uczyć? — znaleźć się winny, oprócz rozważań programowych, wyjaśnienia i wskazówki metodyczne, dotyczące ćwiczeń praktycznych, pomocy naukowych, zbiorów i t. d. Czujemy się jednak zwolnieni od zajmowania się temi zagadnieniami wobec ukazania się w języku polskim gruntownie opracowanego wydawnictwa prof. St. Karczewskiego p. t. „Geologja i mineralogja w szkole średniej—wskazówki metodyczne“. Książkę tę omawiamy obszerniej w rozdziale poświęconym bibliografji.

Natomiast uważamy za potrzebne zwrócić uwagę czytelników na sprawę podręczników i wogóle — wydawnictw popularn naukowych z zakresu mineralogji (łącznie z petrografją), która to sprawa posiada szczególne znaczenie w metodyce nauczania.

8. Jak widać z przeglądów wydawnictw, umieszczonych w rozdziałach o nauczaniu na Stopniach I i II, literatura nasza w tym zakresie posiada poważne braki i wady. Pod względem ilościowym niektóre działy (np. podręczniki Stopnia II) przedstawiają się dość pokaźnie. Jednak pod względem jakościowym stan ten przedstawia się naogół odmiennie. Z tego wynika zalecenie wielkiej ostrożności w wyborze podręczników i książek do nauki.

Aby ułatwić czytelnikowi wytworzenie sobie ogólnego obrazu stanu naszej literatury współczesnej, dotyczącej nauczania elementarnego mineralogji, przypominamy tutaj podane w poprzedzających rozdziałach jej działy, podkreślając w każdym z osobna jego główne braki.

a) Pogadanki i opowieści (popularne monografie minerałów i t. p.). Wydawnictwom tym przypisujemy szczególną wagę, jako tym, które sięgają najszerzej. Typ wydawnictwa, którego przedstawicielami w omawianym zakresie są prace M. Brzezińskiego, B. Dyakowskiego, Z. Rudnickiej, powinny ulegać doskonaleniu pod względem uzgodnienia treści prac z wymaganiami nauki i rolą przedmiotów opisywanych w kulturze własnego narodu i powszechnej. Należy zauważyć, że istniejące wydawnictwa tego typu nie obejmują wielu ważnych i zasługujących na szeroką popularyzację tematów.

b) Wydawnictwa o charakterze podręczników, odpowiadających I Stopniowi. Wobec zupełnego zaniedbania nauczania mineralogji na tym poziomie, nie dostrzegamy jeszcze typu książki, zbliżającego się do zaspokojenia tych potrzeb nauczania na I Stopniu, o których mówiliśmy wyżej w odnośnym artykule.

c) Podręczniki z zakresu II Stopnia. W dziedzinie tej panuje obecnie dość znaczne ożywienie, wywołane zapotrzebowaniem na rynku księgarskim podręczników szkolnych. Dział ten staraliśmy się traktować dość obszernie w biblijografji II Stopnia, do której odsyłamy czytelnika. Można mieć nadzieję, że wobec zainteresowania podręcznikami szkolnemi, w związku z organizacją szkolnictwa średniego Rzplitej, doskonalenie się tego typu wydawnictw będzie postępowało szybko.

d) Klucze do oznaczania minerałów, wskazówki dotyczące gromadzenia zbiorów i wykonywania ćwiczeń praktycznych i t. p.

e) Wydawnictwa dotyczące mineralogji i petrografji Polski.

f) " " mineralogji i petrografji stosowanej.

Wszystkie trzy wymienione pokolei działy wydawnictw posiadają ogromne braki, jak widać ze szczegółowego ich przeglądu.

Lepiej nieco jest z działem obejmującym

g) wydawnictwa stanowiące przejście do Stopnia III; lecz i tu potrzebne są nowe, uzupełnione lub w znacznej części przerobione wydania książek, drukowanych przed kilkunastu i więcej laty.

W całkowitem zaniedbaniu znajduje się

h) lektura uzupełniająca nauczanie na Stopniu II. Poza nielicznymi artykułami, rozproszonymi po czasopismach przyrodniczych, nie mamy tu prawie nic. Znaleźby się tu powinny obok barwnych opisów charakteru występowania rozmaitych minerałów i skał (z uwzględnieniem stosunków genetycznych) i ciekawszych doświadczeń mineralogicznych (np. syntezы minerałów i skał) — opowiadania z zakresu dziejów mineralogji. Tego rodzaju wydawnictwa przyczyniłyby się niewątpliwie do ożywienia szkolnego kursu nauki.

Z powyższego rozważania potrzeb związanych z nauczaniem mineralogji w Polsce widoczny jest brak, że się tak wyrażę, idei zagospodarowania w tej dziedzinie zbiorowej pracy wydawniczej. To, co czyniono dotychczas w tym zakresie (z wyjątkiem działu *a*) powstało dorywczo, bez szerszego planu. Nie można tu czynić nikomu zarzutów, nie było bowiem odpowiednich warunków potemu, aby praca wydawnicza, w zakresie nauczania powszechnego i średniego, mogła posiadać charakter zespołowy i szersze plany. Dziś jednak stan ten powinienby ulec jak najrychlej zasadniczej zmianie.

Właściwie sprawy poruszane tutaj zdają się wykraczać poza zakres „Poradnika“; piszący te słowa jednak mniema, że tomy tego wydawnictwa, będące żywym wyrazem stanu danej nauki nie tylko wogóle, lecz i w szczególności — w naszym kraju, powinny tu i owdzie wskazywać dotkliwie odczuwane współcześnie braki w stanie uprawy tej nauki na naszym gruncie. Może pokazanie wyraźne tych braków zachęci któregoś z pośród czytelników do pracy nad ich usunięciem?

W bezpośrednim związku ze sprawami, które poruszyliśmy wyżej, pozostaje fakt, iż wiele z pośród wydawnictw będących na półkach księgarskich nie zasługuje na polecenie. Tu nasuwa się tedy wskazanie potrzeby jakiejś instytucji, któraby miała za zadanie czuwać nad poziomem polskich wydawnictw popularno-naukowych. Praca popularyzatorska jest pracą o wielkiem znaczeniu społecznem, wobec tego społeczeństwo winno posiadać organ, któryby mógł uzgodniać i poprawiać poczynania jednostek

pracujących w tej dziedzinie, a przez to — podnosić poziom naukowy wydawnictw popularnych ¹⁾).

9. Omawiając nauczanie na Stopniach I i II, podnosiliśmy kilkakrotnie znaczenie wycieczek. Tu pragniemy raz jeszcze podkreślić jak najmocniej ich wielkie znaczenie, zaznaczając jednak z naciskiem, że każda wycieczka powinna być uprzednio szczegółowo opracowana i przygotowana.

Wycieczki mogą być dwojakiego rodzaju: 1) do muzeów i 2) w pole. Wycieczki do muzeów powinny być traktowane w pewnej mierze, jako przygotowanie do wycieczki w pole, lub — jako jej uzupełnienie. Należy przy tej okazji wszczepiać w ucznia świadomość, że praca mineralogiczna nie zacieśnia się do granic pracowni i muzeum, lecz w znacznej mierze polega na bezpośredniej obserwacji faktów i zjawisk pod odkrytym niebem.

Muzea gromadzą i chronią jedynie część dokumentów potrzebnych do badań mineralogicznych. Inna ich część, niemożliwa do pomieszczenia w muzeach, podlega specjalnej ochronie, jako t. zw. „pomniki przyrody“ ²⁾.

Największą jednak wartość w nauczaniu mają te okazy, które uczący się odnajdzie i zbada osobiście, podobnie jak i — te obserwacje, których (stosownie pokierowany) dokona samodzielnie. Odpowiednim po temu terenem są pola, urwiska, kamieniołomy i t. p., gdzie uczący się ma zupełną swobodę w czynieniu spostrzeżeń, w posługiwaniu się młotkiem i kompletowaniu własnych zbiorów. Poczynione w tych warunkach obserwacje, dotyczące się wyglądu zewnętrznego skał i minerałów oraz — ich powstawania i rozkładu, niewątpliwie najbardziej wryją się w pamięć.

¹⁾ Byłoby rzeczą pożądaną aby przy Ministerstwie W. R. i O. P., albo też przy jakimś stowarzyszeniu społecznym, poświęconem sprawom nauki, została utworzona komisja, do której mogłyby być skierowywane przez autorów lub też przez wydawców rękopisy wszelkich wydawnictw o charakterze naukowo-popularyzatorskim. Działalność projektowanej komisji przyczyniłaby się do wzbogacenia naszej literatury popularno - naukowej szeregiem książek, których wartość byłaby już wypróbowana i powiększona pracą korektorską specjalistów.

²⁾ Porównaj artykuł „Ochrona przyrody“ w tomie niniejszym.

Wypowiadając powyższe uwagi, nie mamy bynajmniej zamiaru pomniejszać znaczenia muzeów i „pomników przyrody“, które (zarówno jedne jak i drugie), trzeba to ze smutkiem wyznać, znajdują się u nas w stanie wielkiego zaniedbania. Podkreślamy, że muzea i wystawy naukowe, ograniczone do zamkniętych lokali lub też rozszerzone do granic rezerwatów i parków natury, wielokrotnie nie mogą być niczem zastąpione. Wyżej staraliśmy się dobitnie zaznaczyć, że na samym zwiedzaniu ich przestawać w nauczaniu nie należy.

10. Pragniemy słów kilka poświęcić znaczeniu wiadomości z zakresu historii nauki, wplątanych w tok nauczania. Jest znaną rzeczą, że umysł ludzki wówczas najłatwiej przyswaja sobie prawdy zdobyte przez naukę, gdy podane mu one zostają z uwzględnieniem pewnych etapów historycznych, widocznych w zdobywaniu tych prawd. Uwzględnienie w wyjaśnianiu uczniom jakiegokolwiek poglądu naukowego jego rozwoju historycznego czyni wielokrotnie pogląd tem mniej oderwanym od umysłu ucznia, — pozwala mu bowiem ujrzeć w mrokach minionych dziejów myśli ludzkiej jakby odbicie jego własnych, dzisiejszych wyobrażeń i mniemań, lub — częstokroć wstydliwie ukrywanych własnych hipotez i pomysłów naukowych. Na tej zatem drodze może nastąpić wprowadzenie ucznia w sferę *osobistych* zainteresowań daną nauką, co w nauczaniu wydaje się być najważniejszym.

Wielkie również znaczenie mają wiadomości z zakresu dziejów nauki we własnym kraju, gdyż wywołują one uświadomienie ciągłości pracy umysłowej wykonywanej przez naród i zmuszają do spoglądania na teraźniejszy stan tej pracy ze stanowiska przyszłości, co znów niejednokrotnie może sięgnąć w dziedzinę przeżyć osobistych.

Znanym podręcznikiem (II Stopnia) w języku polskim, uwzględniającym w stosunkowo dość znacznym zakresie wiadomości z dziedziny historii mineralogji są „Zasady mineralogji i geologji“ T. Wiśniewskiego. W niniejszym tomie poświęcono historii mineralogji osobne dwa artykuły w części traktującej o Stopniu III.

11. Jedną ze spraw podstawowych w nauczaniu wogóle,

mineralogji zaś w szczególności, jest sprawa odpowiedniego *przygotowania* sił nauczycielskich.

Wskazówki szczegółowe, związane z wykształceniem fachowem nauczyciela, znajdzie czytelnik w artykułach poświęconych nauczaniu na Stopniu III. Uwagi, stanowiące pewnego rodzaju uzupełnienie tamtych wskazówek, ujmujemy krótko w postaci punktów następujących.

A. Nauczycielem mineralogji powinien być człowiek nie tylko dobrze orjentujący się w przedmiocie nauczania, lecz również—przygotowany odpowiednio do wykonywania pracy naukowej. Mówiąc inaczej—nauczyciel mineralogji powinien w okresie swych studjów wykonać przynajmniej jedną pracę naukową i o ile możliwości kontynuować ją w okresie swej pracy pedagogicznej. W taki jedynie sposób bowiem wejdzie on w bliższe stosunki z żywą nauką i zbliży do niej swoich uczniów.

B. Nauczyciel mineralogji powinien dobrze przestudjować i przemyśleć znaczenie wychowawcze mineralogji i związanych z nią ściśle nauk geologicznych, pamiętając, że nauka w szkole niższej i średniej winna być przedewszystkiem środkiem służącym do rozwijania władz umysłowych i duchowych ucznia, nie zaś—celem, wyrażającym się w pozyskaniu dla jego umysłu jak największej liczby faktów. Zwłaszcza obecnie, kiedy nauki geologiczne w dziedzinie nauczania, po przebyciu w ubiegłym stuleciu swego dziecięcego rozwoju, wkraczać się zdają w pełen rozmach życiowego wiek młodzieńczy, studja, o których mowa, posiadać się zdają szczególny urok.

C. Dla nauczyciela mineralogji nie powinna być obojętna historia nauki, nad której uprawą pracuje. Znając historję nauki i dzieje jej uprawy we własnem społeczeństwie, łatwiej zrozumie on swoją rolę i znaczenie, jako jednego z wielu ogniw łańcucha, łączącego pracę minionych i przyszłych pokoleń w jedną całość.

D. Pracując na swej placówce wśród młodzieży, nauczyciel powinien jasno uświadamiać sobie, iż jest żywym łącznikiem między nauką a oświatą, że zrozumienie nierozzerwalności nauki i oświaty jest najgłębszą podstawą jego pracy. Szerząc wiedzę, w danym przypadku mineralogiczną i geologiczną, nauczyciel uprawia grunt dla rozkwitu tych nauk w społeczeństwie, grunt, na którym wy-

rastać będą żywe siły nauki — jej przyszli pionierzy. Z drugiej strony, nauczyciel daje społeczeństwu w postaci metod wypracowanych przez naukę i zdobytych przez nią prawd nowe zapasy sił duchowych. Na dostarczaniu tych sił polega społeczna rola nauki. Upatrywanie ich i przekazywanie społeczeństwu spoczywa w rękach nauczyciela.

Nauczyciel nauk geologicznych i mineralogji winien pamiętać, że przed nim leży ogromne a niewyzyskane pole *pracy twórczej*.

Jako wskazówkę ogólną dla młodego nauczyciela pozwalamy sobie zacytować słowa prof. J. Łukasiewicza napisane w I tomie „Poradnika dla Samouków“:

„Kto pragnie być *twórczym* w dziedzinie nauki, winien pracę nad sobą podjąć w trzech kierunkach: niech kształci *zmysły*, ucząc się fakty spostrzegać i obserwować, bo fakty są punktem wyjścia i sprawdzianem teorii; niech kształci *uczucie*, bo na tle bogatego życia wewnętrznego zrodzi się najprędzej myśl nowa a płodna; niech kształci *rozum*, bo z twórczych swych pomysłów musi wysnuć następstwa i zestawić je z faktami.

Twórca naukowy niech będzie *pełnym* człowiekiem“.

Nauczyciel, pracując nad kształceniem pełnego człowieka, winien pamiętać, iż sam nim być musi. Wówczas jedynie bowiem praca jego będzie odpowiadała jego wielkim zadaniom.

12. Z pośród znanych nam wydawnictw zarówno polskich jak i obcych, poświęconych metodyce nauczania mineralogji, przytaczamy jedynie te, które uważamy za bardziej cenne. Prosimy nie uważać za wyczerpujący podanego poniżej przeglądu wydawnictw. Zapewne bowiem istnieje jeszcze znaczna liczba cennych książek z omawianego zakresu, których pod ręką nie mamy. Czytelnik, pragnący zająć się metodyką nauczania w sposób bardziej wyczerpujący, będzie zmuszony przedsięwziąć samodzielne poszukiwania, w których cytowane poniżej wydawnictwa powinny mu w każdym razie poważnie dopomóc.

Ci z pośród czytelników, który się interesują metodyką nauczania na Stopniu I-ym, znajdą szereg cennych dla siebie wiadomości w następujących dwóch dziełkach:

M. Heilpern. Zasady metodyki ogólnej nauk przyrodniczych. Wyd. 2-ie dopełnione. Str. 121. Wydawn. im. Staszycy. Staraniem Stow. Nauczycielstwa Polskiego. Warszawa, 1919.

Spis rozdziałów: Znaczenie nauk przyrodniczych, jako przedmiotu nauczania. Warunki, jakim nauczyciel nauk przyrodniczych odpowiadać winien. Program kursu i wybór materiału wykładowego. Sprawy sporne w metodyce przyrodoznawstwa. Demonstracje i doświadczenia przy wykładzie zoologii i innych nauk opisowych. Metodyka wycieczek zamiejskich z uczniami. Zasady nauczania. Warunki, jakim wykład odpowiadać winien. Wzory wykładów. Środki pomocnicze przy nauczaniu.

Autor książki, doskonały pedagog, przeciwstawiając się porządkowi nauczaniu przyjętemu w szkołach początkowych, zwraca uwagę na niewyzyskany do celów wychowawczych świat minerałów¹⁾.

Dziełko to wzbogacają wiadomości z zakresu historii nauczania mineralogji oraz — dość obfita bibliografja przedmiotu.

B. Dyakowski. Zarys metodyki niższego kursu nauki o przyrodzie. Str. 104. Książnica Polska. Lwów—Warszawa, 1923.

Spis rzeczy: Stanowisko kształcające i cel nauki o przyrodzie. Zasady i metoda nauki o przyrodzie. Materiał początkowej nauki o przyrodzie. Układ materiału i rola przyrody ojczyściej oraz zbiorowisk w początkowej nauce o przyrodzie. Przykłady programów. Uwagi o nauczaniu poszczególnych działów (w tem: przyroda

¹⁾ Oto czytamy: „badanie cech zewnętrznych i własności fizycznych minerału, czy innego ciała martwego, postrzeganie jego barwy, połysku, przezroczystości, twardości, ciężaru, struktury i t. p., kształci odrazu zmysły dziecka, może być przez nie przeprowadzone zupełnie samodzielnie; nic tu nie polega na wierze w opowiadanie nauczyciela; dziecko odrazu rozumie istotę nauk przyrodniczych, odrazu uczy się pojmować, że chodzi tu o obiektywne badanie rzeczywistości podpadającej pod zmysły nasze wszelkimi dostępnymi nam środkami i do krytycznego badania się wdraża. Nigdy potem już w ciągu całego kursu nie zdarza się tak dogodna sposobność do wprowadzenia dzieci na drogę samodzielnych najprostszych spostrzeżeń i badań tak łatwym sposobem“. I dalej znów czytamy: „Droga ta jest jedynie właściwą i jedynie możliwą do rozwinięcia wszystkich zmysłów dziecka“.

martwa). Nauka na lekcjach w klasie. Praca pozalekcyjna uczniów. Wycieczki. Różne środki pomocnicze. Nauczyciel. W zakończeniu podany jest przegląd literatury dotyczącej początkowej nauki o przyrodzie.

Praca ta zasłużonego pedagoga zawiera szereg cennych myśli i wskazówek.

G. G. Lewis. Program propedeutyki przyrody oraz wskazówki, jak należy go przeprowadzić, tłumaczyła z angielskiego Zofja Wołowska, str. 81 z rysunkami. Wydawnictwo M. Arcta — Warszawa, 1918.

Książeczka interesująca. Zawiera ona szereg ustępów z zakresów metodyki nauczania elementów mineralogji na najniższym poziomie. Podaną w przypisku na str. 37 uwagę, że w środkowej i północnej części Królestwa Polskiego nie napotykamy nigdzie krzemieni i kredy, musimy sprostować, jako nie odpowiadającą rzeczywistości.

Der Bücherschatz des Lehrers tom XX wydawnictwa p. t. „Aus der Praxis der Arbeitsschule“ — pod redakcją A. Pebbsta — str. 436 — Nakład A. W. Zickfeldt'a, Osterwieck i Lipsk, 1912. (Rozdział poświęcony nauczaniu chemji i mineralogji na str. 391—433 opracowali M. Mittay i H. Schäfer).

Książka ta poświęcona jest nauczaniu w szkole początkowej. Zawiera między innymi wskazówki techniczne w sprawie wykonywania pomocy naukowych przez samych uczniów. W programie i wskazówkach metodycznych położony jest nacisk raczej na stronę chemiczną.

Z zakresu metodyki nauczania na Stopniu II przedewszystkiem wymieniamy następujące wydawnictwo polskie:

Stanisław Karczewski. Geologja i mineralogja w szkole średniej. Wskazówki metodyczne, str. 143, ze 109 rys. — Gebethner i Wolff — Warszawa, 1922.

Spis rzeczy: Wstęp I. Ćwiczenia praktyczne: Urządzenie sali ćwiczeń. Narzędzia dla pracowni nauczyciela. Ćwiczenia w poznawaniu cech zewnętrznych minerałów. Narzędzia do analizy dmuchawkowej. Przykłady ćwiczeń z dmuchawką. Ćwiczenia w rozpoznawaniu ważniejszych skał. II. Zbiory szkolne i muzeum

szkolne: Kolekcjonowanie. Preparowanie. Konserwacja zbiorów. Przechowywanie i wystawianie zbiorów. Treść i układ zbiorów. III. Modele, tablice, reliefy. IV. Przezroczka i latarnia projekcyjna. V. Zastosowanie rysunku w geologii. VI. Mapa geologiczna. VII. Wycieczki geologiczne. Dodatek: Projekt programu geologii i mineralogji.

Praca ta stanowi pierwszą w języku polskim książkę, poświęconą wyłącznie nauczaniu geologii i mineralogji. Jak wskazuje załączony tu spis rozdziałów, zostały w niej uwzględnione przeważnie wskazówki natury praktycznej. Szereg uwag i wiadomości, dotyczących się celów i programu nauczania oraz—stanu nauczania u nas i gdzieindziej, znajdujemy we Wstępie.

Na książkę prof. St. Karczewskiego powoływaliśmy się parokrotnie, wskazując ją, jako dopełnienie naszych uwag i rozważań w zakresie metodyki nauczania mineralogji.

Wzbogacają treść omawianej książki: Spis ważniejszych prac o wycieczkach oraz liczne cytaty literatury w zakresie tematów poruszonych przez autora.

Julius Ruska. *Methodik des mineralogisch-geologischen Unterrichts.* Str. 520, z 35 rys. i 1 tablicą, Ferdinand Enke, Stuttgart, 1920.

Spis rozdziałów: Metodyka ogólna. Mineralogja i geologja, jako historia naturalna (metodyka niższego poziomu). Mineralogja i geologja w związku z nauczaniem chemji (metodyka poziomu średniego). Mineralogja i geologja, jako samodzielna całość dydaktyczna (metodyka poziomu wyższego). Pomoce naukowe. Przygotowanie i doksztalcanie nauczycieli. Teraźniejszość i przyszłość nauczania.

Parokrotnie mieliśmy sposobność powoływać się na treść tego wydawnictwa, które porusza szereg najbardziej aktualnych zagadnień związanych z metodyką nauczania mineralogji.

Żywy sposób traktowania przedmiotu oraz oparte na własnym doświadczeniu obserwacje i uwagi autora dopomóc mogą wielokrotnie nauczycielowi pragnącemu pogłębić swą pracę. Nie podzielamy wszystkich wywodów autora (patrz np. str. 344 niniejszego tomu); to jednak nie przeszkadza nam gorąco polecać uwadze czytelników dzieło J. Ruski, jako pierwsze tego rodzaju

wydawnictwo zakrojone na większą miarę, w którym problemat nauczania mineralogji został wysunięty na plan główny.

Herman Tertsch. *Mineralogie und Geologie* (praca ta stanowi ostatnią część książki zbiorowej p. t. „*Methodik des Unterrichts in der Naturgeschichte*“, wchodzącej w skład wydawnictwa p. t. „*Praktische Methodik für den höheren Unterricht*“, wychodzącego pod redakcją Augusta Scheindlera). Nakład A. Pichlers Witwe u. Sohn. Wiedeń, 1914.

Treść pracy H. Tertsch'a, obejmującej 57 stron druku, ułożona jest według następującego planu: Część ogólna. Stanowisko mineralogji w szkole średniej. Zakres nauczania mineralogji. Pomoc naukowe. Część specjalna. Mineralogja w wyższych klasach szkół realnych. Geologja w szkołach realnych. Ćwiczenia szkolne mineralogiczno geologiczne. Mineralogja i geologja w wyższych klasach gimnazjum. Mineralogja w niższych klasach gimnazjum.

Rozważania i wskazówki praktyczne autora oparte są na jego własnem doświadczeniu nauczycielskiem. Nie podzielamy zapatrywań autora w sprawie zbyt obszernego naszym zdaniem uwzględniania krystalografji w programie szkoły średniej. Cenne są rozważania ogólne autora oraz szeregi jego uwag i wskazówek praktycznych tyjących się wykonywania programu nauczania w rozmaitych typach szkół średnich na poziomach niższym i wyższym. Praca H. Tertsch'a, będącego autorem dobrego podręcznika mineralogji dla szkoły średniej, zasługuje na uwagę interesującego się naszym tematem nauczycielstwa szkół polskich.

Pragnący zapoznać się z ogólnymi zarysami ustroju i programów naszej szkoły średniej znajdują je w wydawnictwie p. t.

Program naukowy szkoły średniej. Projekt opracowany przez Sekcję Szkolnictwa Średniego Min. Wyzn. Rel. i Ośw. Publ. Str. 153, z 4-ma tablicami rozkładu godzin lekcyj. Warszawa, 1919.

Treść: Wstęp. O podstawie wychowawczej szkoły średniej. Kilka dalszych zasad organizacji. Programy naukowe. Wzajemny stosunek i uprawnienia poszczególnych typów szkoły średniej. Zakończenie.

Szczególnie rozdział poświęcony rozważaniu podstaw wychowawczych szkoły średniej musi poważnie zaciekać czytelnika, interesującego się przyszłością nauk geologicznych w szkolnictwie polskim.

Zaznaczamy tu, iż zajęte przez nas stanowisko w artykule niniejszym doprowadza w konsekwencji do wskazania grupy nauk geologicznych łącznie z mineralogją, jako jednej z podstaw wychowawczych, mogącej dać, jak nam się zdaje, dostateczne oparcie pod budowę nowego typu szkoły.

Książka omawiana odznacza się szerokiem i jasnym ujmowaniem licznych zagadnień, które wiążą się z rozwojem całego ustroju naszego szkolnictwa. Wiele kart tej interesującej pracy pobudza do myślenia i skłonić może niejednego z czytelników do poważniejszego zajęcia się którymś z pośród poruszonych w niej tematów teoretyczno programowych lub też — organizacyjnych.

Jako uzupełnienie wydawnictwa powyższego służyć mogą:

Programy szkół powszechnych i gimnazjów państwowych wydawane w postaci oddzielnych broszur przez Ministerstwo Wyzn. Rel. i Ośw. Publ.

Interesujący się podręcznikami używanymi w szkołach państwowych znajdą ich tytuły w wydawanych przez Min. W. R. i O. P. „Spisach książek szkolnych“.

Interesujący się sprawą kształcenia nauczycieli mineralogji znaleźć mogą ciekawe dla siebie wiadomości w następujących artykułach:

R. Brauns. Die Vorschriften der Prüfungsordnungen für Mineralogie mit Geologie, Chemie und verwandte Fächer und die Vorschläge der Unterrichtskommission. Artykuł umieszczony w I tomie wydawnictwa p. t. „Fortschritte der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie“. Gustav Fischer. Jena, 1911.

R. Brauns. Bericht über die Tätigkeit des Deutschen Ausschusses für mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht in den Jahren 1913 und 1914, „Fortschritte...“ jak wyżej Tom V. Jena, 1916.

Oddzielne artykuły z zakresu metodyki nauczania mineralogji znajdować można w licznych dziś czasopismach obcych i polskich poświęconych nauczaniu. Tytułów tych czasopism nie podajemy, gdyż, chcąc podać najwybitniejsze z obcych, należałoby zapoznać się ze wszystkimi, co w warunkach dzisiejszych jest jeszcze zbyt trudne. Zapoznanie się zaś z czasopismami polskimi (uwzględniającemi dotychczas sprawy nauczania mineralogji w stopniu minimalnym) nie będzie przedstawiało dla interesującego się nimi żadnych trudności.

STOPIEŃ III.

WSTĘP

opracował

TADEUSZ JERZY WOYNO.

Treść: 1. Charakterystyka Stopnia III-go. Nauki pomocnicze i ich stosunek do mineralogii. Specjalizacja. 2. Samouctwo. 3. Potrzeba znajomości języków obcych. 4. Kategorje studujących. 5. Program i plan studjów. 6. Ogólne uwagi o korzystaniu z podręczników, dzieł encyklopedycznych, prac specjalnych i czasopism. 7. Metodyka gromadzenia notatek i materiału naukowego. 8. Pomoce naukowe. 9. Muzea i zbiory.

1. Pomiędzy Stopniem III-m studjów mineralogicznych¹⁾ a Stopniami niższymi istnieje znaczna różnica. Chodzi tutaj już bowiem o dotarcie do samej istoty zagadnień mineralogicznych, które wymaga wszechstronnego i gruntownego przygotowania naukowego. Przedmiotem tych zagadnień są skomplikowane zjawiska geologiczne związane z powstawaniem złóż różnorodnych minerałów. Poznanie istoty tych minerałów t. j. ich składu chemicznego, budowy wewnętrznej i cech charakterystycznych— to pierwsza, przygotowawcza część pracy mineraloga, po której, jako trudniejsze znacznie zagadnienie główne, nasuwa się kwestja sposobu i warunków ich powstania w dawnym miejscu oraz przemian, jakim podlegały i podlegają.

W tem ostatniem zdaniu podane są już implicite gałęzie nauki stanowiące propedeutykę mineralogji. *Chemja* i *krystalolo-*

¹⁾ We wstępie tym pisząc o mineralogji stale mamy na myśli całokształt nauk mineralogicznych, a więc i petrografię i naukę o złożach mineralnych.

grafja oparta na *geometrii* i *fizyce* wnoszą ład do pozornego chaosu mnóstwa różnorodnych minerałów, *chemja fizyczna* ma nam objaśnić zagadnienia genetyczne — powstawanie minerałów, ich wspólne występowanie i przemiany, a rzeczą *geologii* jest dać szerszą podstawę do zrozumienia tych zjawisk i połączyć je z całokształtem zjawisk występujących w skorupie ziemskiej. Wszystkie te nauki są zatem propedeutycznymi dla studującego mineralogję, a pomocniczymi dla mineraloga-badacza.

Zadania, jakie mineralogja daje do rozwiązania swym naukom pomocniczym, nie należą do najłatwiejszych. Krystalografja dostaje od niej do badania kryształy, na których często trafiają się rozbieżności w wartościach kątów pomiędzy ścianami, powstałe czy to dzięki wahaniom w składzie chemicznym minerałów, czy też dzięki specjalnym warunkom krystalizacji. Od fizyki wymaga mineralogja zajęcia się ciałami krystalicznymi, w przeważającej części anizotropowemi, przyczem własności fizyczne nieraz bywają zmienione pod działaniem ciśnienia. Przed forum chemji występują związki nieraz o bardzo złożonym składzie, które ponadto pod działaniem rozpuszczalników rozkładają się, uniemożliwiając przez to określenie składu drobin i budowy stereochemicznej (np. krzemiany). Albo też mamy do czynienia z minerałami w stadium częściowej przemiany, które przy analizie ilościowej dają nawet różne wyniki zależnie od stopnia przemiany. Chemji fizycznej mineralogja każe badać układy wieloskładnikowe (np. magmatyczne), złożone w stanie pierwotnym z wielu składników metalicznych, krzemianowych i lotnych i zastrygłe częstokroć bez osiągnięcia stanu równowagi chemicznej. W którąkolwiek więc zwrócić się stronę, zawsze z punktu widzenia nauk pomocniczych istotne zagadnienia mineralogji, wychodzące poza obręb Stopnia II-go, są trudne i skomplikowane i wymagają gruntownego opanowania podstaw i metod danej nauki pomocniczej. Szczególnej wagi naukom pomocniczym dodaje fakt, że nie mamy właściwie w mineralogji takich metod badań, któreby się nie opierały na którejkolwiek z nich.

Bez opanowania zatem nauk propedeutycznych niema już dziś bezpośredniej drogi do mineralogji. Ta pewna nieprzystępność cechująca zagadnienia mineralogiczne nadaje im jednak

specjalny urok. Mineralogja z nauki opisowej staje się coraz bardziej nauką ścisłą, operującą o ile możności danymi liczbowymi. Dane te — jak np. stosunki osiowe kryształów, współczynniki załamania, ustawienie optyczne, wyniki analizy ilościowej, ciężar właściwy — mają przedewszystkiem ważne znaczenie praktyczne jako cechy charakterystyczne służące do diagnozy i umożliwiające systematykę. Opieramy się tutaj na doświadczeniu, które wskazuje, że ze zmianą składu chemicznego zmieniają się geometryczne i fizyczne cechy minerałów; różnorodność kombinacyj tych cech jest tak wielka, że istnieją minerały o tym samym składzie chemicznym różniące się od siebie własnościami (minerały różnopostaciowe czyli polimorficzne). Wnioskujemy stąd, że budowa wewnętrzna (struktura) może być różna przy tym samym składzie chemicznym.

Gromadzenie jak największej ilości danych liczbowych odbywa się jednak nietylko w celach diagnostycznych ale i w nadziei, że uda się znaleźć zależności pomiędzy własnościami, często napozór nie mającemi ze sobą nic wspólnego. Jako ostateczny cel zarysowuje się tutaj możliwość objaśnienia wszystkich własności fizycznych przez strukturę minerału.

Nie ulega wątpliwości, że przy dalszym rozwoju mineralogji ta tendencja do ścisłego ujmowania zjawisk będzie się ujawniała coraz wyraźniej. Już teraz można w zupełności zastosować do mineralogji słowa M. Smoluchowskiego (Poradnik, t. II, 1917 r.), że „zawiera w sobie tyle prawidłowości, ile zawiera w sobie fizyki“. W miarę dalszego rozwoju będą wzrastały i wymagania co do przygotowania z fizyki i matematyki¹⁾.

¹⁾ To stopniowe dążenie mineralogji do ścisłości, ujawniające się przedewszystkiem w chronologicznem zestawieniu wybitniejszych prac specjalnych, mogłoby stanowić wdzięczny przedmiot do studjum historycznego. Ażeby zrozumieć, jak zmieniły się pod tym względem wymagania w ciągu ostatnich lat 50-u, wystarczy porównać np. pracę G. Tschermak'a z r. 1869 p. t. „Über die mikroskopische Unterscheidung der Mineralien aus der Augit-Amphibol und Biotitgruppe“, podającą pierwsze wskazówki do diagnozy na podstawie wielobarwności (pleochroizmu) i kąta znikania światła, z metodami diagnozy optycznej zawartemi w którymkolwiek z większych współczesnych dzieł z zakresu metod petrograficznych, np. Rosenbusch'a i Wülfing'a Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine albo F. E. Wright'a Methods of Petrographic • Microscopic Research.

Nie wszystkie jednak nauki propedeutyczne w równej mierze zdołały już opanować zagadnienia mineralogiczne i wprowadzić do mineralogii swe metody. Nie wszystkie też działy mineralogii zostały w równej mierze podniesione do godności nauki ścisłej. Najlepiej pod tym względem przedstawiają się: mineralogia morfologiczna, fizyczna i chemiczna, t. j. te działy, które są obecnie w okresie gromadzenia materiału liczbowego i poszukiwania zależności funkcyjnych. Tutaj istnieje już ścisły i bezpośredni związek pomiędzy metodami nauki pomocniczej a mineralogią. Dopóki badamy tylko postać zewnętrzną, własności fizyczne i skład chemiczny minerałów, dopóty znajdujemy się na gruncie metod wypróbowanych, w których rodzaj wyniku daje się zgóry przewidzieć. W ostatnich czasach udało się poniekąd ustalić związek pomiędzy budową wewnętrzną kryształów (strukturą) a ich własnościami fizycznymi (por. P. P. Ewald, *Kristalle und Röntgenstrahlen* Berlin, Springer, 1923, str. X + 327, gdzie podane są również wszystkie dotychczas zbadane struktury).

Natomiast topika (występowanie) i minerogenja (powstawanie i przemiany) są to działy mineralogii, z których rzucono zaledwie pierwsze bardzo prowizoryczne mosty dla wkraczającej tutaj chemii fizycznej. Tłumaczy się to tem, że w mineralogii mamy do czynienia z układami o wiele bardziej złożonemi niż te, które już zostały zbadane doświadczalnie w chemii fizycznej. Analiza chemiczna pierwszej lepszej skały wybuchowej wykazuje obecność co najmniej dziesięciu składników (tlenków metali), gdy tymczasem w chemii fizycznej co najwyżej czteroskładnikowe układy mogą być przedstawiane graficznie w przestrzeni i wymagają już przy badaniach doświadczalnych ogromnego nakładu pracy. Trzeba również pamiętać o tem, że fizyk i chemik pracując doświadczalnie sami ustalają warunki, w jakich ma być wykonane doświadczenie i usuwają świadomie wszelkie wpływy, któreby mogły utrudnić sformułowanie rezultatów. Mogą też oni planowo stopniować trudności, przechodząc od warunków prostych do coraz bardziej złożonych i stwierdzać, jak odpowiednio do tego zmienia się przebieg i wynik doświadczenia. Mineralog natomiast zastaje w wielkiem laboratorium przyrody szereg gotowych układów minerałów i ma orzec, jak one powstały. Nie ma on moż-

ności ani wpływania na warunki, w jakich się odbywały reakcje (temperatura, ciśnienie, koncentracja), ani nawet obserwowania tych warunków i niekiedy tylko znajduje produkty przejściowe skomplikowanych reakcyj. Może on tylko domyślać się wszystkiego na zasadzie analogji ze zbadanymi doświadczalnie prostszymi znacznie układami sztucznymi. Cały więc związek pomiędzy faktami przyrody a nauką doświadczalną oparty jest tutaj jeszcze na hipotezach. Do tej dziedziny głównie wkracza geologia, dzieląc skupienia minerałów na wielkie, związane ze sobą genetycznie grupy, jak skały wybuchowe, osadowe, łupki krystaliczne i t. d. i wyodrębniając tym sposobem grupy zagadnień. Ze względu jednak na znaczne trudności nauka o powstawaniu i wspólnem występowaniu minerałów, aczkolwiek ma już obszerną literaturę opisową, nie wyszła jeszcze z okresu początkowego. Przykładem dokładnego i wyczerpującego opracowania jednego z działów tej gałęzi są słynne studia nad wydzielaniem się różnych soli z wody morskiej, rozpoczęte przez J. H. van't Hoff'a doświadczalnie a zastosowane następnie do objaśnienia naturalnych złóż soli przez szereg innych badaczy.

Badania leżące na pograniczu mineralogji i nauk pomocniczych należą obecnie do najbardziej płodnych i owocnych. Do rozwoju mineralogji przyczyniają się obecnie najbardziej ci badacze, którzy do zagadnień mineralogicznych przystępują z gruntowną znajomością tamtych nauk albo nawet z twórczością w ich zakresie. Mogą oni bowiem nie tylko stosować do mineralogji metody zapożyczone z innej nauki, ale również stawiać samej tej nauce pomocniczej nowe wymagania i prowadzić ją na nowe tory, na które być może nie byłaby wkroczyła bez tej zewnętrznej podniety. Za przykład tego rodzaju oddziaływania służyć może znowu badanie coraz bardziej skomplikowanych układów fizyczno-chemicznych, jakie prowadzi np. planowo Geophysical Laboratory Carnegie Institution w Waszyngtonie. W tem zapładnianiu nauk pomocniczych przez mineralogję powtarza się w odmiennych warunkach ten sam stosunek, który istnieje pomiędzy fizyką i matematyką jako jej nauką pomocniczą.

Równomierne i gruntowne opanowanie wszystkich nauk poprzedujących jest dziś bodaj że niemożliwe dla jednego

człowieka. Przeciętny mineralog będzie się starał poznać je o tyle, aby rozumieć całokształt obecnego rozwoju mineralogji; natomiast musi osiąść całkowicie te z nich, które są w bezpośrednim związku z obraną przez niego specjalną gałęzią mineralogji. Pożądane jest jednak w większości przypadków, aby ta specjalizacja nie odbyła się w zbyt wczesnym okresie studjów, gdyż byłoby to ze szkodą dla całokształtu wykształcenia mineralogicznego.

2. Samouctwo w mineralogji, szczególnie przy zdobywaniu jej początków, polega głównie na umiejętnem i planowem studjowaniu nauk pomocniczych ze stałym uwzględnianiem ich ostatecznego zastosowania. W jakim zakresie i stopniu samouk zdoła je osiąść, to rzecz już czysto indywidualna, zależna od uzdolnienia i rodzaju umysłowości. Wobec dużego zakresu tych nauk grozi tutaj niebezpieczeństwo zagubienia się w labiryncie szczegółów i niedostatecznego pogłębienia działów ważnych dla mineralogji. Dlatego też jednocześnie ze studjami propedeutycznymi samouk powinien starać się zdobyć naprzód początki, a potem podstawy nauk mineralogicznych, stale mając na uwadze ich związek z naukami pomocniczymi. Kiedy się już przerobi w ten sposób podstawy mineralogji i dotrze do studjów specjalnych, to orjentowanie się w potrzebnej literaturze z zakresu nauk pomocniczych nie nastęrcza już zwykle trudności. Trzeba jednak wiedzieć, że podstaw tych nauk niepodobna nauczyć się raz na zawsze; studjujący musi być zgóry przygotowany na to, że z biegiem czasu będzie musiał modyfikować poglądy i uzupełniać braki na każdym stopniu wykształcenia, — jeśli nie z własnej winy, to dlatego, że nauki pomocnicze ciągle idą naprzód i osiągają coraz to nowsze zdobycze. W tej dziedzinie każdy musi pozostać samoukiem; stoi on tu oko w oko z twardą koniecznością walki o wiedzę. Czy to będzie student uczęszczający na wykłady i ćwiczenia uniwersyteckie, czy badacz pracujący już zupełnie samodzielnie, to obojętne; każdy musi sam sobie dawać radę, znać własne braki i uzupełniać je.

Natomiast samouctwo w ścisłem znaczeniu tego słowa, t. j. zupełne odosobnienie od jakiejkolwiek pomocy z zewnątrz, nie jest możliwe w mineralogji. Zarówno studja jak i badania wymagają dziś dużego zasobu środków pomocniczych, na które stać

zwykle tylko instytucje państwowe jak laboratorja i muzea przyrodnicze.

3. Wymagania co do znajomości języków obcych, niezbędnych przy studjowaniu mineralogji, są również znaczne. Początki i podstawy można zdobyć przy dobrej znajomości języka niemieckiego, natomiast do badań samodzielnych niezbędne są już języki angielski i francuski ze względu na znaczny rozrost literatury mineralogicznej w Stanach Zjednoczonych, Anglii i Francji oraz na pewne odrębności w ujmowaniu zagadnień właściwe każdej z tych literatur. O ile jednak zachodzi potrzeba studjowania dzieł o mineralogji lokalnej, to przydają się również bardzo włoski i hiszpański, języki skandynawskie i rosyjski. Niepodobna oczywiście wymagać, aby studjujący biegle władał wszystkimi językami; wystarczy, jeżeli umie czytać po niemiecku, angielsku i francusku, i potrafi ze słownikiem w rękę tłumaczyć potrzebne mu nieraz urywki z dzieł i prac pisanych w innych językach europejskich. Wiele prac zawiera wprawdzie streszczenia francuskie, angielskie lub niemieckie, ale na tych streszczeniach niezawsze można poprzestać. Ponieważ zaś nazwy minerałów są we wszystkich prawie językach takie same, albo bardzo podobne do siebie, a wyrażenia specjalne często są brane z łaciny lub greckiego, nietrudno jest osiągnąć tutaj dostateczną wprawę. W żadnym zaś razie nie można sobie pozwolić na to, aby nieznajomość języka stanowiła nieprzewyższoną przeszkodę do zdobywania potrzebnych wiadomości.

4. Osoby zajmujące się mineralogją można podzielić na następujące kategorie:

A. Zawody naukowe:

- a) Specjaliści zamierzający poświęcić się pracy naukowej i badaniom mineralogicznym lub petrograficznym.
- b) Kandydaci na nauczycieli nauk przyrodniczych w szkołach średnich (mineralogja w związku z geologją lub chemją)
- c) Geologowie.
- d) Chemicy.
- e) Gleboznawcy.

B. Zawody praktyczne:

- f) Geologowie praktycy i inżynierowie górnicy.

- g) Inżynierowie-chemicy.
- h) Inżynierowie budowlani i architekci.
- i) Rolnicy.
- k) Farmaceuci.

Zarówno studja przygotowawcze jak i samo studjowanie mineralogji przedstawiają się odmiennie dla każdej kategorii studjujących.

a) *Specjaliście naukowemu* chodzić będzie przedewszystkiem o znalezienie pola pracy odpowiadającego jego zamiłowaniom i zdolnościom. Zdobywając wykształcenie ogólne, obejmujące całość nauk mineralogicznych i pomocniczych, postara się on jednak najgruntowniej poznać propedeutykę i literaturę specjalną tego działu, w którym zamierza pracować twórczo.

Studjując prace współczesnych mineralogów stale spotykamy się z wyraźną specjalizacją, świadczącą o specjalnych uzdolnieniach i zamiłowaniach różnych autorów. Jedni np. głównie zajmują się morfologią minerałów (V. Goldschmidt), inni mineralogją fizyczną, np. optyką (F. Becke), główny nacisk kładąc nieraz na opracowanie ścisłych metod (E. A. Wülfing, F. E. Wright).

Mamy chemików i analityków zajmujących się mineralogją i petrografią chemiczną (W. F. Hillebrandt, H. S. Washington) i fizykochemików (E. Baur, E. H. Boeke (zmarł w 1918 r.), P. Niggli). W ostatnich czasach po odkryciu zjawiska uginania się promieni Roentgena w kryształach niektórzy fizykochemicy zajęli się badaniem struktury minerałów (P. Niggli, F. Rinne). Jest wreszcie cały szereg systematyków i encyklopedystów, którzy zbierają skrzętnie w jedną całość wszelkie dane mineralogji szczegółowej albo regionalnej (danego kraju lub danej jednostki geologicznej).

Z paru tych przykładów można wysnuć wniosek, że w mineralogji mamy dużo wyraźnie zarysowanych kierunków do wyboru. Każdy prawie wybitniejszy badacz gromadzi koło siebie większe grono, pracujące w obranym przez niego kierunku; tak powstają szkoły o określonym charakterze i zakresie badań. Trzeba to szczególnie mieć na uwadze wtedy, kiedy chodzi o wybór wyższej uczelni dla siebie.

b) Kandydaci na nauczycieli dążyć będą ze względów pedagogicznych przedewszystkiem do głębszego ujęcia wiadomości wchodzących w zakres niższych stopni przez bardziej równomierne opracowanie całości mineralogji. Trzeba bezwzględnie stać na stanowisku, że dobry nauczyciel musi umieć znacznie więcej, niż obejmuje zakres jego nauczania, a pozatem musi zda-

wać sobie sprawę z rzeczywistego stanu nauki i jej ostatnich postępów i być zaznajomiony z metodami badań przez osobisty w nich udział. Przemawia za tem choćby wzgląd na obcowanie z lepszymi, usposobionymi bardziej krytycznie uczniami.

Dlatego też nie powinien on nigdy tracić styczności z mineralogją i, jeśli mu brak czasu na studjowanie prac obszerniejszych, to powinien stale czytywać i przeglądać dział referatów w czasopismach. Znajdzie tam krótkie wiadomości o nowych pracach, które go poinformują dostatecznie, a nie utrudzą szczegółami. Ażeby jednak rozumieć naprawdę mineralogję, trzeba nie tylko wiedzieć co zrobili inni, ale i samemu pracować. Dlatego jest bardzo pożądanę, aby kandydat na nauczyciela oprócz studjowania podręczników i uczęszczania na wykłady i ćwiczenia postarał się opracować samodzielnie jakkolwiek temat pod kierunkiem specjalisty.

Osoby tej kategorii powinny oprócz tego zwrócić uwagę na dydaktykę przedmiotu i opracować celowy program nauczania, tak aby on o ile możności dawał istotny obraz mineralogji. Zadanie tem trudniejsze, że dotychczasowe nauczanie mineralogji w szkole średniej jest tylko skromnym dodatkiem do chemji lub geologii. Można pozatem bez przesady powiedzieć, że znacznie łatwiejsza jest dydaktyka stopnia wyższego (wykłady o poziomie uniwersyteckim) niż lekcje w szkole średniej.

c) Dla geologa specjalisty naukowego mineralogja jest tak samo nauką pomocniczą jak dla mineraloga geologja; obie te nauki uzupełniają się nawzajem. Jeżeli mineralog chce dać ogólniejszy podkład swym zagadnieniom — przechodzi na teren geologii; jeśli geolog zajmie się istotą podłoża, w którym odbywają się zjawiska geologiczne — przechodzi tę granicę w odwrotnym kierunku. Szczególniej geologowie pracujący w terenach skał krystalicznych nieraz są w równej mierze petrografami co geologami.

Zależnie od obranej specjalności geolog postara się zapoznać przedewszystkiem z temi działami mineralogji, które sąsiadują bezpośrednio z uprawianą przez niego gałęzią geologii. Przy studjowaniu podstaw powinien uwzględnić szczególnie petrografię i poznać przedewszystkiem te metody mineralogiczne,

które w niej główną odgrywają rolę, przestudjować minerały skałotwórcze i nabrać wprawy w rozpoznawaniu ich gołym lub uzbrojonym w lupę okiem, nauczyć się określać je dokładniej pod mikroskopem i t. d. Potem można stopniowo przejść do studjowania petrografji i określenia skał. W jakim zakresie odbędą się te studja, będzie to w znacznej mierze zależało od specjalności, w jakiej dany geolog pracuje. Będziemy tu mieli całą skalę zainteresowań poczynając od zupełnie poważnego ujmowania tych studjów przez geologa - petrografa, aż do pewnej obojętności paleontologa. Obojętność tę usprawiedliwia poniekąd okoliczność, iż petrografja skał osadowych jest jeszcze w kolebce; przy dalszym jej rozwoju musi wzrosnąć zainteresowanie mineralogją i wśród tej grupy geologów.

d) Dla chemików pracujących naukowo a szczególnie nieorganików i fizykochemików mineralogja stanowi niezbędne uzupełnienie, dające im pojęcie o powstawaniu w przyrodzie pierwiastków i związków. Na pograniczu obu nauk następuje się cały szereg zagadnień, które mogą być ujęte równie dobrze ze stanowiska chemji jak i ze stanowiska mineralogji. Pozatem i cały szereg metod używanych w mineralogji można stosować przy badaniach chemicznych. Dwa przyrządy szczególnie — mikroskop i gonjometr — powinny znajdować się w każdej pracowni chemicznej do określenia postaci kryształów i ich własności optycznych oraz do sprawdzania, czy ma się do czynienia z zupełnie jednorodną substancją chemiczną. Tak np. analityk oszczędzi nieraz dużo czasu i kłopotu, jeżeli będzie systematycznie sprawdzał zapomocą mikroskopu czystość otrzymanych osadów, jak to było w zwyczaju w krakowskiej pracowni prof. J. Morozewicza.

e) Dla gleboznawcy mineralogja i petrografja są bardzo ważnymi naukami propedeutycznymi. Wszak sama gleba jest z punktu widzenia petrografji luźną skałą, i to taką, której badanie utrudnia jeszcze obecność próchnicy oblepiającej ziarna minerałów i w której część składników znajduje się w stanie koloidalnym. Z tego powodu stosowanie metod mineralogicznych do gleboznawstwa nieraz bywa trudniejsze niż w samej mineralogji, a samo gleboznawstwo, jeśli ma być traktowane poważnie, wymaga gruntownej znajomości mineralogji. Tem się też tłumaczy,

że niektórzy mineralogowie w logicznym rozwoju swej kariery naukowej stają się gleboznawcami (K. D. G l i n k a). Z działań mineralogji niezbędnych w gleboznawstwie na szczególne uwzględnienie zasługuje nauka o wietrzeniu minerałów i skał oraz mineralogja koloidalna.

Co do zawodów praktycznych jak geologja stosowana, górnictwo, chemja techniczna, inżynierja budowlana, architektura, rolnictwo i farmacja, to zakres każdego z nich sam przez się określa odpowiedni pomocniczy dział nauk mineralogicznych. W geologji stosowanej i górnictwie główną rolę odgrywają petrografja i nauka o złożach oraz minerogenja. Z metod najważniejsze są te, które możliwie szybko i pewnie prowadzą do diagnozy, stąd np. w górnictwie cieszy się wielkiem powodzeniem analiza dmuchawkowa połączona z najprostszymi reakcjami chemicznymi. Dla chemika-technika minerał jest przedewszystkiem surowcem do przeróbki, a mineralogja zbiorem wiadomości o składzie, własnościach, występowaniu i powstawaniu tych surowców. Tak samo ma się rzecz ze skałami z punktu widzenia inżyniera budowlanego lub architekta. Rolnika interesuje mineralogja o tyle, o ile pomaga mu do zrozumienia gleboznawstwa, do tego więc celu musi być przystosowany zakres wiadomości mineralogicznych. Wreszcie farmaceuta zadowolni się niewielkim zasobem tych wiadomości mineralogicznych, które poprzez chemję łączą się z jego własnym fachem.

5. W zakres studjów specjalisty naukowego wchodzą następujące nauki i ich działy:

A. *Matematyka*¹⁾.

a) *Podstawy geometrii analitycznej* na płaszczyźnie i w przestrzeni ze szczególnem uwzględnieniem powierzchni wchodzących w zakres optyki krystalograficznej (kula, elipsoida obrotowa i trzyosiowa, owaloida, powierzchnie stożkowe i powierzchnie IV-go stopnia). Zastosowania w mineralogji: struktura kryształów (sieci przestrzenne), krystalografja fizyczna a w szczególności optyka.

¹⁾ Wyczerpujące wskazówki co do matematyki znajdzie czytelnik w nowem wydaniu Poradnika: tomy I (1915) oraz II (1917) i III (1923).

b) *Trygonometria* płaska i kulista. Zastosowania: krystalografia, metody krystalograficzno-petrograficzne.

c) *Rzuty kuli* na płaszczyźnie (w szczególności rzut stereograficzny i gnomoniczny). Zastosowanie: poglądowe przedstawianie rezultatów z krystalografii i optyki oraz graficzne rozwiązywanie w przybliżeniu zadań z tej dziedziny. Najważniejsze dane o tych rzutach znaleźć można w podręcznikach krystalografii.

d) *Rachunek różniczkowy i całkowy* oraz początki równań różniczkowych. Zastosowanie: fizyka kryształów, chemja fizyczna.

e) *Metody graficzne* przedstawiania funkcji (o dwóch i trzech zmiennych). Zastosowania: poglądowe przedstawianie wszelkich zależności, statystyka analiz chemicznych minerałów, skał i t. d.

f) *Początki teorii błędów i metody najmniejszych kwadratów*. Niezbędne dla każdego badacza, wykonyującego pomiary podległe błędom przypadkowym.

g) *Ogólne wiadomości z rachunku prawdopodobieństwa i statystyki. Metoda skupień* E. A. Wülfing'a.

B. *Krystalografia* geometryczna, fizyczna i chemiczna w całkowitym zakresie Stopnia III-go (por. t. IV Poradnika, 1924).

C. *Fizyka* w zakresie podstaw Stopnia III-go (por. Poradnik t. II-gi wyd. 2-gie z r. 1917: artykuł M. Smoluchowskiego str. 176 i nast.) ze szczególnem uwzględnieniem własności ciał stałych, optyki zwykłej i promieni Roentgena, elektroniki, promieniotwórczości, termodynamiki.

Zastosowania: optyka służy do diagnozy i jako niezmiernie ważne narzędzie do zdobywania nowych danych liczbowych co do własności i struktury minerałów, elektronika wiąże się bezpośrednio ze sprawą budowy materji, promieniotwórczość zastosowano do określania wieku minerałów, termodynamika odgrywa ważną rolę w zagadnieniach fizyko-chemicznych.

D. *Chemja.*

a) *Chemja nieorganiczna* w zakresie podstaw Stopnia III-go. Po przestudjowaniu podręcznika o poziomie uniwersyteckim poleca się przeczytanie dzieła A. Wernera: *Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie* (4 wyd., Brunświk,

1920¹⁾ a to ze względu na kwestje wzorów strukturalnych minerałów.

b) *Chemja analityczna*. Analiza jakościowa i ilościowa. Kolorymetrja. Analiza dmuchawkowa i mikrochemiczna (metody niemieckie i Lemberga i Thugutta), niezbędna do badań mineralogiczno chemicznych. Nieodzowne są gruntowne i systematyczne ćwiczenia w pracowni chemji analitycznej; należy je doprowadzić aż do analiz minerałów.

c) *Chemja organiczna* nie posiada wprawdzie bezpośredniego zastosowania do mineralogji, ale przestudjowanie jej jest niezbędne ze względu na całokształt nauk chemicznych i nabranie wprawy w myślenie chemiczne.

d) *Chemja fizyczna*. Początki chemji fizycznej zawarte są zwykle w podręcznikach chemji nieorganicznej. Ponad to należy przestudjować ze specjalnego podręcznika następujące działy: atomistykę i układ perjodyczny pierwiastków; własności gazów, płynów, ciał stałych; teorię roztworów, dysocjację, hydrólizę i krystalizację; termochemję; dynamikę chemiczną (prawo działania mas, równowaga chemiczna, reguła faz).

Zastosowania w szczególności do mineralogji.

e) *Chemja koloidów*. Zastosowania: minerały bezpostaciowe, szkliwa wulkaniczne, wietrzenie, zagadnienia mineralogiczno-gleboznawcze.

f) *Stereochemja*. Zajmuje się dotychczas głównie związkami organicznymi. Należy się jednak z nią zapoznać ze względu na aktualność zagadnień strukturalnych w mineralogji.

Podanie szczegółowego spisu podręczników z nauk pomocniczych nie wchodzi w zakres niniejszego artykułu. Zadowolniony się zaznaczeniem, że z chemji nieorganicznej mamy w języku polskim tłumaczenia podręczników A. F. Hollemana i A. Smith'a, z chemji analitycznej dzieło F. P. Treadwell'a i Szkołę analizy jakościowej T. Miłobędzkiego. Z chemji fizycznej ukazał się niedawno doskonały podręcznik W. Świętosławskiego.

E. *Geologja*. Geologję dynamiczną należy również przestudjować w zakresie studjum uniwersyteckiego. Natomiast co do stratygrafji można zadowolnić się nieco skromniejszymi wymaga-

¹⁾ Nowe wydanie opracowane przez P. Pfeiffra ukazało się w roku ubiegłym.

miotów. Na każdym bowiem kroku w życiu codziennem spotyniami i studując ją kłaść główny nacisk na jej petrograficzną stronę. Do opanowania geologii niezbędne są wycieczki geologiczne lub studia w terenie pod kierunkiem doświadczonego geologa.

Jako wstęp do geologii zalecić można polskie tłumaczenie „Dziejów Ziemi” M. Neumayr’a, do dalszych studjów „Traité de géologie” E. Haug’a t. I lub „Lehrbuch der Geologie” E. Kayser’a.

Podczas studjów przygotowawczych należy pamiętać o tem, że w żadnym razie nie wystarcza sama tylko teoria; należy zapoznać się praktycznie z każdym działem. Konieczne jest to nie tylko ze względu na lepsze zrozumienie teorii, ale i dlatego, że w mineralogji mają być stosowane właśnie praktyczne metody nauk propedeutycznych. Każdy więc przyszły mineralog musi odbyć ćwiczenia z fizyki, przerobić gruntownie analizę jakościową i ilościową i zapoznać się z techniką badań fizykochemicznych. Do najważniejszych zaś zadań należy 1) wykształcenie zmysłu obserwacyjnego i zdolności do wyciągania wniosków z obserwacji i 2) zdobycie krytycyzmu niezbędnego przy badaniach ścisłych.

Co do pierwszego z tych punktów, to przedewszystkiem dotyczy on pracy nad geologją. Trzeba się nauczyć gromadzić i grupować obserwowane fakty i wyciągać z nich odpowiednie wnioski. Praca ta ma niezmiernie dużo uroku, a szczególniejszymi są te chwile, kiedy szereg przedtem niezrozumiałych faktów układa się wreszcie w umyśle badacza w zrozumiałą całość. Dlatego też taki nacisk kładziemy na praktykę geologiczną, bez której mineralog nie zdoła nigdy wyprowadzić swej wiedzy na szersze tory i nie potrafi dać jej prawdziwie przyrodniczego podłoża. Zagadnienia geologiczne są niezmiernie różnorodne, przystępując więc do badania jakiegokolwiek terenu należy przedewszystkiem zapoznać się z jego literaturą i zrozumieć kwestje, które tam są aktualne.

Ogólne wskazówki do pracy w terenie można znaleźć w książeczce Arch. Geikie’go: *Outlines of Field Geology* lub w obszerniejszem dziele K. Keilhack’a: *Lehrbuch der praktischen Geologie*. Do wyboru tematu konieczna jest rada fachowca.

Do wyrobienia umiejętności obserwowania przyczynia się w znacznym stopniu rysowanie lub szkicowanie badanych przed-

miotów. Na każdym bowiem kroku w życiu codziennym spotykamy się z faktami dowodzącymi, że spostrzegawczość naogół niezbyt jest rozwinięta. Dlatego też zawczasu trzeba kształcić spostrzegawczość i pamięć wzrokową, wiadomo zaś, że obserwujemy najdokładniej wtedy, kiedy jesteśmy zmuszeni odtworzyć rzecz obserwowaną. Przekona się o tem każdy, kto obejrzy na-przód najdokładniej np. preparat mikroskopowy i zda sobie sprawę z tego, co zapamiętał, a potem postara się odrysować jego charakterystyczne szczegóły i znów zastanowi się nad tem samym. Szkicowanie ma i tę dobrą stronę, że pozostają po niem niejako dokumenty dopomagające pamięci i chroniące zaobserwowane fakty od zupełnego zniekształcenia w umyśle. Fotografowanie natomiast jako czynność w znacznej mierze czysto mechaniczna nie wymaga tak uważnej obserwacji i nie może się równać z rysowaniem pod względem dydaktycznym.

Metody ściśle stawiają znów inne wymagania. Tutaj przede-wszystkiem trzeba się nauczyć obchodzić ze zdobytym materia-łem liczbowym i oceniać jego dokładność i wartość. Sposobność do tego rodzaju ćwiczeń można znaleźć na każdym niemal kroku. Tak np. ucząc się matematyki lub fizyki należy przerabiać za-dania liczbowe, a dane do nich brać o ile to jest tylko możliwe z mineralogji. Studjując wzory ogólne optyki krystalograficznej, np. powierzchni wskaźnikowych kryształów jednoosiowych należy wziąć wartości obu wskaźników typowych ε i ω np. kalcytu i obliczyć dwójłomność dla kierunku tworzącego określony kąt z osią optyczną. Mikroskop i jego działanie pozna się dopiero wtedy, jeżeli znając jego części składowe i ich rozmieszczenie znajdzie się graficznie i obliczy ze wzoru wielkości powstających obrazów. Takich przykładów pomysłowy samouk znajdzie bar-dzo wiele i przekona się niebawem, jaka jest różnica pomiędzy przeczytaniem danej kwestji a jej gruntownem przerobieniem.

Do rachunków nadaje się doskonale obok tablic logarytmicznych bar-dzo rozpowszechniony w technice suwak logarytmiczny, przyrząd, przyśpie-szający i ułatwiający wszelkie obliczenia, szczególnie nie wymagające zupeł-nej dokładności. Nadaje się on równie dobrze do przybliżonego i szybkiego kontrolowania dokładnych rachunków dokonanych przy pomocy logarytmów. Nabycie tego przyrządu można zalecić każdemu przyrodnikowi, który ma do czynienia z danymi liczbowymi. Odpowiedni do naszych celów, gdzie nieraz

wchodzą w grę rachunki trygonometryczne, jest suwak systemu Rietz firmy Alberta Nestler'a № 23. Obchodzenia się z suwakiem można się nauczyć z broszurki M. Pożaryskiego: Krótkie wskazówki dotyczące użycia suwaka rachunkowego, a nabyć go u G. Gerlacha w Warszawie.

Do wykresów wszelkiego rodzaju używa się papieru milimetrowego, a do rysunków, przy których wymagane jest tylko oznaczenie kierunków — siatki stereograficznej Wulffa. Siatka ta o średnicy 20 cm znajduje się w rosyjskiej krystalografii G. Wulffa, w pierwszej części I-go tomu 4-go wydania *Mikroskopische Physiographie Rosenbusch'a-Wülffing'a* i we wspomnianych już *Methods of Petrographic-Microscopic Research F. E. Wright'a*, a zmniejszona do średnicy 15 cm w Podstawach krystalografii Z. Weyberga. Osobno wydała ją niedawno firma „Atlas” we Lwowie.

Od samego początku badań ścisłych należy zdawać sobie sprawę z dokładności, jaka jest możliwa do osiągnięcia w danym przypadku. Każdy przyrząd, z którym się pracuje, trzeba poznać dokładnie i wiedzieć, w jakich granicach leżą jego błędy przypadkowe i jakie są błędy systematyczne. Każda metoda ma pewien określony stopień dokładności, który trzeba znać i do którego należy stosować obliczenia. Dokładność zależy równie dobrze od przyrządu jak i od dobroci badanego materiału i warunków, w jakich się pomiar odbywa. Np. dobry wynik analizy ilościowej zależy od dokładności wagi i jednorodności badanego minerału lub skały, czystości odczynników, wyboru i krytycznej oceny metod stosowanych oraz starannego wykonania wszystkich rękoczynów przez doświadczonego analityka.

Co do obliczeń, to stale trzeba mieć na uwadze bardzo napozór oczywistą prawdę, że żadna tablica logarytmiczna ani maszyna do liczenia nie da więcej, niż na to pozwala rezultat osiągnięty przy pomiarach. Jeżeli np. mierzę kąty pomiędzy ścianami kryształów z dokładnością do jednej minuty, to nie warto obliczać stosunków osiowych do szóstego znaku dziesiętnego: zmiana rezultatu pomiaru o 1' wywoła znacznie większą różnicę w rezultacie obliczenia. Przy obliczaniu analiz chemicznych skał na nic się nie przyda naogół podawać więcej niż dwa znaki dziesiętne, gdyż dokładność analizy nie pozwala na to. Typową cechą początkujących jest nieraz skłonność do takiej pozornej dokładności obliczeń, wywołana przez dbałość o dobre rezultaty połączoną z zupełnym brakiem krytycyzmu. Im prędzej jej się każdy pozbędzie, tem lepiej dla niego i dla wyników jego pracy.

Obdarzony krytycyzmem badacz podaje zawsze obok średniej wartości rezultatu pomiaru czy obliczenia zawsze i granice, w jakich wahały się poszczególne pomiary lub jakie otrzymuje się z krańcowych wartości po takim samym przeliczeniu, jakiemu poddano średnią wartość. Prawdziwie naukową wartość mają tylko takie dane zawarte w odpowiednich granicach.

Bardzo ważną rzeczą jest umiejętność dostosowania stopnia dokładności metody do dobroci badanego materiału lub dokładności, z jaką występuje dane zjawisko. Używanie precyzyjnych przyrządów lub metod do nieprecyzyjnych celów jest takim samym grzechem jak i przecenianie liczbowych rezultatów swej pracy, nie mówiąc już o tem, że przyrządy niszczą się niepotrzebnie i że się traci zbyt wiele czasu i sił na pracę, która tego nie wymaga.

Wypełnienie całkowitego programu studjów praktycznych wymaga i dużego nakładu pracy i pomyślnych warunków (dobre i zasobne pracownie, umiejętne kierownictwo). O własnych tylko siłach, pozostawiony sam sobie, samouk nie da sobie rady.

Studentowi, który ma sposobność korzystania ze wszystkich urządzeń uniwersyteckich, można zalecić w przybliżeniu następujący schematyczny plan studjów, uwzględniający raczej ich kolejność niż czas potrzebny na ich odbycie:

Półrocze I. Geometria analityczna i trygonometria. Fizyka doświadczalna. Chemia nieorganiczna. Geologia dynamiczna. Ogólny kurs mineralogji z ćwiczeniami dla początkujących. Analiza dmuchawkowa.

Półrocze II. Rachunek różniczkowy z ćwiczeniami. Fizyka doświadczalna i ćwiczenia z fizyki. Chemia organiczna. Ćwiczenia z analizy jakościowej. Geologia historyczna. Wycieczki geologiczne. Petrografia z ćwiczeniami makroskopowymi.

Półrocze III. Rachunek całkowy z ćwiczeniami. Specjalne działy chemji nieorganicznej. Specjalne działy geologii, wycieczki. Ćwiczenia z analizy ilościowej. Ćwiczenia mikroskopowe (minerały skałotwórcze). Krystalografia.

Półrocze IV. Teoria błędów, metoda najmniejszych kwadratów, statystyka. Chemia fizyczna Stereochemia. Specjalne działy petrografji lub mineralogji (systematyka, mineralogja szczegółowa, petrografia skał wybuchowych). Pracownia mineralogiczna (fizyka minerałów, ćwiczenia krystalograficzne, fizjografia mikroskopowa skał wybuchowych).

Półrocze V. Chemia fizyczna z ćwiczeniami. Specjalne działy mineralogji lub petrografji (np. mineralogja chemiczna, petrografia łupków krysta-

licznych, nauka o złożach). Pracownia mineralogiczna i mineralogiczno-chemiczna (analiza ilościowa minerałów i skał, mikrochemia). Opracowanie tematu geologicznego.

Półrocze VI. Specjalne zajęcia w pracowni fizycznej lub fizykochemicznej. Początek specjalizacji i samodzielna praca nad obranym tematem.

Dalsze półrocza poświęcone specjalizacji (praca dyplomowa lub doktorska) i zupełnemu usamodzielnieniu się.

Obszerny ten plan musi ulec odpowiedniemu zwężeniu dla innych kategorii studujących, odpowiednio do podanych powyżej ogólnych uwag. Redukcji powinny ulec przede wszystkim te nauki pomocnicze, które leżą bardziej na uboczu od specjalności studującego. Utrudnia to jednak w znacznej mierze dążenie do istotnych zagadnień mineralogji. Opracowanie takich szczegółowych planów studjów dla mineralogów wykracza poza obręb zamierzeń niniejszego artykułu.

6. Studjowanie podręczników z przedmiotów przygotowawczych może się odbywać bez szkody jednym ciągiem. Podręczniki mineralogji natomiast lepiej jest studjować stopniowo, powracając parokrotnie do tych samych działów w miarę jak się zdobywa coraz większy zasób wiadomości i coraz większe doświadczenie. Nie znaczy to jednak, aby przy tem wielokrotnem powracaniu do tych samych tematów należało zadawalniać się jedną i tą samą książką. Często trzeba będzie zajrzeć do dzieł specjalnych lub do czasopism, ażeby znaleźć wiadomości dokładniejsze i nowsze od tych, które się znajdują w literaturze podręcznikowej, albo żeby lepiej wyjaśnić sobie kwestję, zbyt nieraz pobieżnie podane w podręczniku. Konieczne jest to i dlatego, że opracowanie poszczególnych działów bywa zwykle nierównomierne w podręcznikach zwykłego, uniwersalnego typu. Przyczyną tego jest specjalizacja, której podlegają oczywiście i autorowie podręczników. Zasadniczo jednak należy obrać sobie za podstawę jeden podręcznik i w żadnym razie nie warto studjować kolejno i w całości paru podręczników o tym samym poziomie.

Podręczniki mineralogji składają się zwykle z trzech zasadniczych części. Pierwszą z nich stanowi zarys krystalografji geometrycznej, ujęty zwykle zbyt krótko i apodyktycznie. Nie wystarcza on w większości przypadków do dokładnego zrozumienia przedmiotu i tu jest pierwsza okazja do późniejszego uzupełnienia

wiadomości przez studjowanie specjalnego podręcznika krystalografji. Drugą część stanowi krystalografja fizyczna i chemiczna, traktowana zwykle jako wstęp do części trzeciej, którą jest systematyka i mineralogja szczegółowa czyli encyklopedyczny wykład o poszczególnych minerałach z podaniem ich cech charakterystycznych, własności, sposobu występowania, genezy i miejsc występowania. Ta ostatnia część nie nadaje się naogół do czytania jednym ciągiem, chyba że jednocześnie ma się dostęp do muzeum i łącznie z czytaniem studjuje odpowiednie okazy. Poza tem w późniejszej pracy naukowej służy ta część trzecia zwykle za krótką encyklopedję w przypadkach, kiedy niekoniecznie trzeba się uciekać do dzieł bardziej wyczerpujących.

Obszerne dzieła podręczne (niem. „Handbücher“, franc. „Traité“, ang. „Systems“) służy nie tyle do studjowania, ile do wynajdywania danych potrzebnych przy pracy naukowej. Są one tem cenniejsze, im więcej zawierają danych liczbowych i wykazów literatury. Podręczniki petrografji są zwykle mniej różnorodne co do swej treści i zawierają wykład petrografji ogólnej i szczegółowej z uwzględnieniem składu mineralogicznego, struktury, chemizmu, sposobu i miejsca występowania skał. Studjując je należy również mieć do nauki okazy skał i odrabiać jednocześnie ćwiczenia mikroskopowe, aby ustalić w pamięci związek pomiędzy makroskopowym i mikroskopowym wyglądem skał.

Czytanie prac specjalnych po czasopismach można rozpocząć w dość wczesnem stadium rozwoju naukowego, zaraz po przestudjowaniu podstawowych podręczników. Jest ono cennym probierzem zdobytych wiadomości. Skoro tylko trafia się miejsce zupełnie niezrozumiałe, to zwykle oznacza to jakiś poważny brak w wykształceniu czytelnika, który należy uzupełnić. Wyszukując zaś w literaturze i przeglądając prace, na jakie się autor powołuje, samouk nabiera wprawy w całkowitem wyzyskiwaniu literatury potrzebnej do danego tematu; umiejętność ta jest niezbędna przy późniejszej pracy samodzielnej.

Należy studjować przedewszystkiem prace wybitnych uczonych. Połot myśli, sposób ujmowania i rozwiązywania zagadnień, krytycyzm, rzetelność naukowa i sumiennosc, jakie się w nich przejawiają, są najlepszą szkołą dla początkującego badacza.

To samo, cośmy mówili powyżej o umiejętności dobierania metod odpowiednio do rodzaju materiału, można powtórzyć i tutaj o studjowaniu literatury: to, co jest naprawdę w danej chwili potrzebne do celu, jaki się ma na widoku, trzeba studjować gruntownie; natomiast nie należy tracić czasu na rzeczy, które narazie nie leżą w zakresie naszych potrzeb naukowych t. j. nie mają być zaraz zużytkowane. W pracy naukowej powinno być żywe tętno, a ośrodkiem, koło którego się wszystko skupia, jest praca badawcza; do niej musi się wszystko stosować. To też przy wertowaniu literatury trzeba umieć szybko orjentować się, co należy przestudjować dokładnie, co można tylko przejrzeć, a z czego wyciągnąć jakiś jeden tylko fakt lub szczegół.

7. Zarówno studja jak i praca naukowa mają jeszcze i stronę czysto mechaniczną, którą należy zorganizować tak, aby strata czasu była jak najmniejsza, a rezultaty jak najlepsze. Mamy tu na myśli systematyczne gromadzenie i porządkowanie materiału naukowego. Już rozpoczynając studja samouk powinien systematycznie notować zarówno najważniejsze rzeczy, których się uczy z dorywczo studjowanych książek, czasopism lub przez obcowanie z ludźmi, jak też i własne prace i pomysły. Szczególniej nie należy wypuszczać z ręki żadnego dzieła trudniej dostępnego, z którego się tylko chwilowo korzysta, zanim się nie porobi potrzebnych notatek. Pamięć ludzka ma swe granice i trzeba jej pomagać wszelkimi środkami. Do gromadzenia notatek z obcych źródeł nadaje się najlepiej system kartkowy, gdyż luźne kartki można układać alfabetycznie według działów nauki lub według autorów, stosownie do potrzeby.

Przy pracy naukowej samodzielnej należy bezwarunkowo prowadzić *dziennik*, w którym pod odpowiednią datą zapisuje się wykonane badania, pomiary, obserwacje i t. d. Taki dziennik jest najlepszym obiektywnym sprawdzianem pracy naukowej, jej wydajności i sprawności, i pozwala łatwo orjentować się w całym własnym dorobku. Prowadzić go należy tak, aby i ktoś obcy mógł zajrawszy do niego zrozumieć dokładnie o co chodzi; jeżeli się tego nie czyni, to po upływie pewnego czasu samemu się w nim nic nie rozumie. A przede wszystkim obowiązuje uczciwość bezwzględna w stosunku do samego siebie: żąd-

nych skreśleń ani poprawek, któreby nie pozwalały odcyfrować rzeczy dawniej zapisanych. W ten sposób zabezpieczone od zniszczenia rezultaty badań pozostają i po ich zużytkowaniu w druku i mogą być zawsze jeszcze sprawdzone lub powtórnie opracowane w razie powstania jakichkolwiek wątpliwości. Szczególnej wagi nabiera dziennik w razie śmierci badacza, gdyż umożliwia opracowanie otrzymanych rezultatów przez kogo innego.

Oprócz dziennika powinno się mieć zawsze pod ręką *memorandum* zawierające nowe pomysły, notatki o potrzebnych uzupełnieniach, literaturze do przestudjowania i t. d.

Równie starannie należy przechowywać nagromadzony materiał do badań. Każdy okaz powinien otrzymać natychmiast kartkę z diagnozą i dokładnym oznaczeniem miejsca skąd pochodzi oraz innych charakterystycznych okoliczności. I tutaj nie należy ani trochę ufać pamięci.

Badając w pracowni należy numerować badane okazy, preparaty i t. p., gdyż inaczej niepodobnaby ich było odnotować w dzienniku.

Jeżeli rozwdzimy się tutaj nad temi czysto technicznymi kwestjami, wkraczając już poniekąd w zakres spraw prywatnych studenta i badacza, to czynimy to w przeświadczeniu, że przy obecnym tempie nauki utrzymuje się na powierzchni tylko ten, kto maximum pracy wkłada w badania a minimum w borykanie się ze źle zorganizowaną stroną techniczną tych badań.

8. Do ważnych pomocy naukowych dla początkujących należą modele przestrzenne ułatwiające czy to zapamiętanie postaci kryształów, czy też zrozumienie zjawisk fizycznych.

Są to:

1) drewniane, tekturowe i szklane modele kryształów. Do nauki nadają się najlepiej małe drewniane modele (przeciętna wielkość 5 cm);

2) modele elipsoid i powierzchni szybkości promieni, dyspersji optycznych, pryzmatów Nicola.

3) modele szklane z kolorowymi nitkami uzmysławiającemi położenie wektorów i osi optycznych w kryształach różnych mi-

nerałów. Z tych na szczególną uwagę zasługują modele skaleni trójskośnych według Grubenmanna;

4) gipsowe modele skiodromów według Becke'go, służące do łatwiejszego zrozumienia zjawisk w świetle zbieżnym.

Dostarczanie tych modeli jest specjalnością firmy D-ra F. Krantz'a w Bonn; w jej katalogach są one opisane szczegółowo.

Dążeniem studującego powinno być, aby się jak najprędzej móc obywać bez tych popularnych środków pomocniczych. Są one właściwie zbyt cenne dla ludzi z rozwiniętą wyobraźnią przestrzenną. Modele kryształów można wtedy zastąpić przez ich rysunki, modele ustawienia optycznego—przez wykresy w rzucie stereograficznym i t. d.

9. Natomiast niezbędne są zbiory okazów, czy to do studjowania ogólnych własności minerałów jak barwa, połysk, twardość i t. d. czy też do zaznajomienia się z systematyką.

Do poznania najważniejszych minerałów i skał wystarczy na początek zbiór zawierający około 150-ciu minerałów i kilkadziesiąt rodzajów skał. W tym zakresie utrzymane są zwykle po uczelniach zbiory przeznaczone do ćwiczeń dla początkujących. Dla dokładnego zaznajomienia się z typowymi cechami tych minerałów i skał trzeba oglądać jednak po kilka lub kilkanaście okazów każdego minerału lub skały i to pochodzących z różnych miejscowości. Dopiero przez syntezę całego szeregu wrażeń ustalamy sobie w wyobraźni pojęcie o danym mineralu lub skale, pojęcie, w którym wyodrębnione są cechy przypadkowe od istotnych.

Na większy zakres bywają obliczone *muzea* mineralogiczne i petrograficzne, w których okazy ustawione są w dużej ilości w sposób systematyczny — czy to według układów krystalograficznych dla zobrazowania morfologii, czy według własności fizycznych minerałów i skał (t. zw. mineralogja i petrografja ogólna), czy według systematyki (mineralogja i petrografja szczegółowa), czy wreszcie według miejscowości, z której pochodzą (zbiory lokalne).

Muzea mają tę dobrą stronę, że umożliwiają oglądanie nawet rzadkich okazów, które muszą być chronione od zniszczenia, a co zatem idzie nie mogą być dawane do ręki nie fachowcowi.

Natomiast złą stroną muzeów jest zamknięcie okazów pod szkłem, uniemożliwiające często ich dokładne obejrzenie. To też ogromne korzyści odniesie studjujący, który będzie miał sposobność pracowania w muzeum (sprawdzanie, klasyfikowanie, opisywanie okazów). Praca taka jest jednak bardzo odpowiedzialna i nie należy brać się do niej przed osiągnięciem dostatecznego zasobu wiadomości i umiejętności obchodzenia się z cennymi okazami.

Pomimo jednak całego pożytku jaki przynoszą muzea są one tylko paljatywami. Całą ich rację bytu stanowi niemożność osobistego zwiedzenia tylu złóż i konieczność przechowania ciekawych okazów. Ostatecznym jednak celem mineraloga jest studjowanie występowania minerałów w przyrodzie i tej bezpośredniej obserwacji nic nie zastąpi. Mineralogja jest przedewszystkiem nauką geologiczną i jeśli ma cały szereg specjalności laboratoryjnych, poza których obręb niejeden badacz nie wychodzi przez całe życie, to wszystkich istotnych zagadnień należy szukać w wielkiem laboratorjum przyrody.

MINERALOGJA.

opracował

TADEUSZ JERZY WOYNO.

Treść: A. *Metody i technika badań mineralogicznych i najważniejsze przyrządy*¹⁾. 1. Ogólne uwagi o metodach i przyrządach. 2. Przegląd najważniejszych metod mineralogicznych. 3. Najważniejsze przyrządy do badań mineralogicznych. 4. Gonjometry. 5. Mikroskopy mineralogiczne i przyrządy dodatkowe; przystosowanie mikroskopu do obserwacji i pomiarów; lampy mikroskopowe, przyrządy do rysowania; mikrofotografja. 6. Reflektometry. 7. Konometr i pomiary kąta osi optycznych. 8. Światło jednobarwne i monochromatory.

B. *Bibliografja*. 1. Uwagi ogólne. 2. Podręczniki. 3. Dzieła podręczne. 4. Morfologia minerałów. 5. Mineralogja fizyczna i przyrządy. 6. Mineralogja chemiczna: chemizm, analiza, synteza. 7. Mineralogja fizyczno-chemiczna. 8. Rozpoznawanie minerałów (diagnoza). 9. Topika i minerogenja (występowanie i powstawanie minerałów w litosferze). 10. Mineralogja szczegółowa. 11. Mineralogja lokalna. 12. Metodyka badań terenowych. 13. Muzealnictwo. 14. Literatura perjodyczna. 15. Różne książki pomocnicze.

C. *Naczelne zagadnienia mineralogji*.

A. Metody i technika badań.

1. OGÓLNE UWAGI O METODACH I PRYZYRZĄDACH.

Jak już zaznaczyliśmy we Wstępie do Stopnia III-go, metody mineralogiczne są w znacznej części zapożyczone z nauk po-

¹⁾ Treść niniejszego artykułu wiąże się bezpośrednio ze Wstępem do mineralogji pióra prof. J. Morozewicza i stanowi w pierwszej części szczegółowe opracowanie podanych tam metod mineralogicznych, przystosowane do poziomu Stopnia III-go nauki.

mocniczych. W rękach mineralogów uległy one jednak części znacznym zmianom dzięki przystosowaniu do specjalnych celów i nabrały swoistych cech, których nie mają w swych naukach macierzystych. Przystosowanie to odbywa się w dwóch zasadniczych kierunkach. Albo dana metoda wymaga specjalnego wysubtelnienia, aby mogła sprostać zadaniom mineralogicznym, albo też przeciwnie wymagania co do jej dokładności muszą być zmniejszone, gdyż materiał, jakim rozporządza mineralog, wykazuje indywidualne odchylenia, znacznie przewyższające błędy danej metody. Subtelność metody staje się wtedy zbędna.

Tak np. duże modele spektrometrów używane w fizyce, na których można odczytywać podziałki z dokładnością do 3", nie znajdują zastosowania w mineralogji do pomiarów gonjometrycznych, gdyż wystarcza tam w zupełności odczytywanie z dokładnością do $\frac{1}{4}'$. Z drugiej zaś strony mikroskop polaryzacyjny ze wszystkimi urządzeniami do mierzenia kątów znikania światła, dwójłomności, kątów osi optycznych i t. d., i to nie tylko w dużych płytkach ale i w drobnych ziarnach, jest przyrządem o wiele doskonalszym od aparatów polaryzacyjnych używanych zwykle w fizyce.

Te dwie możliwości należy mieć stale na uwadze; przy każdym badaniu należy przedewszystkiem poznać istotę i charakterystyczne własności zarówno metody jak i badanego materiału i zorjentować się, czy metoda nadaje się do zamierzonego celu, czy też wymaga udoskonalenia lub zastąpienia inną, dokładniejszą, czy też, przeciwnie, należy zmniejszyć stopień dokładności.

Ta konieczność przystosowywania metody do materiału, a nie naodwrot, jest charakterystyczną cechą mineralogji jako nauki fizjograficznej, badającej własności tworów natury. Nikt bowiem nie zmusi np. fizyka, aby badając własności ciał krystalicznych biedził się z minerałami rzadkimi i drobnokrystalicznymi. Będzie on zawsze wolał wziąć większe kryształy choćby pospolitszego minerału, albo kryształy sztuczne. Natomiast mineralog musi stale przystosowywać metody do wielkości, ilości i dobroci badanego materiału, ponieważ chodzi mu właśnie o wyczerpujące zbadanie go. To też różnaitość metod stosowanych w mineralogji jest znaczna.

Stosowanie różnych metod jest jednak konieczne nie tylko ze względu na różnorodność materiału, ale i na wyniki badań. Ażeby się bowiem przekonać, czy dana metoda jest wolna od błędów systematycznych i daje rezultaty zgodne z prawdą, najlepiej porównać wyniki otrzymane paroma możliwie różnymi metodami. Cel jest osiągnięty, jeżeli te wyniki zgadzają się ze sobą lub przynajmniej nie są sprzeczne¹⁾.

Metody służące do oznaczania pewnej określonej własności powinny być uzgodnione pomiędzy sobą, to znaczy, że każda z nich powinna w granicach swej dokładności dawać wyniki zgodne z otrzymywanymi zapomocą innych.

Zwykły przebieg ustalenia zgodności metod polega na tem, że wzięwszy materiał nadający się do najdokładniejszych oznaczeń, przerabiamy na nim i mniej precyzyjne metody i w ten sposób sprawdzamy zgodność otrzymanych rezultatów.

Przypuśćmy np., że mamy zamiar podjąć szereg oznaczeń spólczynników załamania drobnych kryształów lub odłupków metodą imersyjną (przez zanurzenie ich w cieczach o znanych spólczynnikach załamania), a więc niezbyt dokładnie. Jeżeli, wzięwszy kilka minerałów dobrze wykształconych o różnych spólczynnikach załamania i przerobiwszy oznaczenia na gonjometrze metodą pryzmatu, na reflektometrze i wreszcie metodą imersyjną, otrzymamy zgodne wyniki, to dopiero wtedy będziemy mieli prawo do operowania samą metodą imersyjną w przypadkach, kiedy obu dokładniejszych metod stosować niepodobna.

Pozatem i w mineralogji, jak i w innych naukach ścisłych, nie zadowalnimy się nigdy jednorazowem wykonaniem danego oznaczenia. Nawet takie skomplikowane czynności, jak analizę ilościową chemiczną, powtarzamy co najmniej dwukrotnie, a oznaczenia łatwiejsze do wykonania — wielokrotnie, aby zdać sobie sprawę z rozmiaru możliwych odchyień.

¹⁾ Dwa wyniki uważamy za zgodne, jeżeli liczba oznaczająca średni wynik metody mniej dokładnej daje się otrzymać przez zaokrąglenie liczby otrzymanej metodą dokładniejszą (np. 1.54 ± 0.02 i 1.5385 ± 0.0015); nie są zaś sprzeczne, jeżeli całkowity wynik pomiarów metody dokładniejszej wraz z granicami wahań leży w granicach znalezionych dla metody mniej dokładnej (np. 1.5385 ± 0.0015 i 1.55 ± 0.05).

Przy wyborze metody należy również uwzględnić cel, w jakim ją się stosuje. O wiele mniejsze wymagania co do ścisłości będziemy stawiali wtedy, kiedy chodzi o samo tylko rozpoznanie (diagnozę) minerału, niż jeśli mamy zdobyć dokładne liczbowe dane i wziąć je za podstawę do dalszych rozważań. Dążeniem naszym powinno być, aby metody rozpoznawcze były możliwie proste i nie wymagały ani wiele pracy ani czasu. Im mniej rękoczynów potrzeba do stwierdzenia, z jakim minerałem ma się do czynienia, tem lepiej; niekiedy można się nawet obejść zupełnie bez ścisłych pomiarów. Ta dążność tłumaczy np. ogromny rozwój diagnostyki mikroskopowej, w której eleganckie i ścisłe metody optyczne zastąpiły w niektórych przypadkach mozolne wyodrębnianie i analizowanie minerałów.

Ale inaczej przedstawia się sprawa, jeżeli mamy zbadać np. związek zachodzący pomiędzy różnymi własnościami np. temperaturą kryształu a spólczynnikami załamania światła albo składem chemicznym a wielkością kątów w kryształach izomorficznych i t.p. Tutaj już same dane liczbowe stanowią główny materiał naukowy i nie należy oszczędzać pracy i czasu potrzebnych na to, aby je możliwie dokładnie otrzymać.

W miarę postępów mineralogji diagnozy stają się jednak coraz bardziej skomplikowane, gdyż stale powiększa się liczba odróżnianych odmian i gatunków. Wzrastają też i wymagania co do zakresu oznaczeń: w petrografji np. wystarczało dawniej makroskopowe oznaczenie składników skały, przy którym już nie odróżniano od siebie minerałów należących do tej samej rodziny np. piroksenów, amfibolów; potem przysła diagnoza mikroskopowa i oznaczanie ryczałtowego chemizmu skały, a dziś wymagamy nietylko dokładnego oznaczenia optycznego składników i struktury skały pod mikroskopem, ale i dokładnego zbadania składu chemicznego całej skały, składających ją minerałów (z wyjątkiem tych, których skład chemiczny jest bardzo prosty, lub których jest w skale niewiele) i wreszcie oznaczenia stosunku procentowego minerałów w skale; dopiero wtedy uznajemy badanie za wyczerpujące.

Przy zapoznawaniu się z metodami należy rozpocząć od najprostszych oznaczeń wykonywanych zapomocą możliwie pro-

stych przyrządów i dopiero w miarę postępów i nabywania wprawy przechodzić do zadań trudniejszych i przyrządów bardziej skomplikowanych. W tym celu dobrze wyposażone pracownie posiadają zwykle systematycznie ułożone zbiory materiału oznaczeniowego i „studenckie“ mikroskopy, gonjometry, reflektometry i t. d. Im prostsza konstrukcja przyrządu, tem mniej jest on naogół wrażliwy na uszkodzenie niewprawną ręką. Przyrządy zaś skomplikowane są zwykle znacznie delikatniejsze; zdarzają się i takie, które są zbyt przeładowane dodatkowymi urządzeniami i już nie tylko nie posiadają dostatecznej odporności na dotknięcie niewprawną ręką, ale i nie są dość stałe i pewne w użyciu w rękach doświadczzonego badacza. Trzeba pamiętać o tem, że każde przykręcenie śruby, naciśnięcie a nawet dotknięcie wywołuje pewną deformację (odkształcenie) przyrządu i że tylko ten przyrząd jest dobry, który po usunięciu przyczyny odkształcenia wraca dokładnie do poprzedniego stanu.

Do pierwszych ćwiczeń gonjometrycznych wystarcza model gonjometru refleksyjnego niewielkich rozmiarów z jedną tylko śrubą mikrometryczną; mikroskop dla początkujących może mieć zwykły stolik obrotowy i nie mieć śruby mikrometrycznej do powolnego ruchu rury mikroskopu; reflektometr wystarcza mały Pulfricha lub Herberta Smith'a ze stałą skalą. Trzeba dążyć do tego, aby zapomocą najprostszych środków umieć osiągać dobre rezultaty.

Materiał do ćwiczeń dla początkujących powinien być możliwie dobry, aby warto było pracować starannie. Praca nad złym materiałem, w której niepodobna otrzymać dostatecznie ścisłych rezultatów, zniechęca studjującego i wzbudza niewiarę we własne siły i umiejętność. Również jest rzeczą niezmiernie ważną, aby zadania były ułożone pedagogicznie według wzrastających trudności. Przy ćwiczeniach krystalograficznych należy rozpocząć od mierzenia kryształów układu regularnego a skończyć na trójskośnym i bliźniakach, przyczem należy wybierać niezbyt wielkie ale i nie za małe kryształy z pięknie wykształconymi ścianami. Do oznaczania współczynników załamania metodą pryzmatu bierze się przedewszystkiem minerały izotropowe (np. granat), potem jednoosiowe (kwarc, beryl), dwuosiowe rombówce (topaz) i dopiero

po przewyciężeniu wszelkich trudności, jakie nastęrcza szlifowanie i polerowanie pryzmatów, — jednoskośne, trójskośne i wreszcie kryształy anizotropowe nie posiadające prawidłowych ścian zewnętrznych. Do pracy z reflektometrem należy wziąć na początek również ciała izotropowe (ciecze, szkło, sól kamienna), potem płytki minerałów anizotropowych wycięte równoległe do płaszczyzn symetrii elipsoidy obrotowej lub trzyosiowej i wreszcie płytki dowolnie wycięte. Ćwiczenia mikroskopowe należy rozpocząć od przestudjowania własności minerałów skałotwórczych na specjalnych przekrojach kryształów luźnych, a dopiero potem przejść do preparatów skał wybuchowych głębinowych, żyłowych i wylewnych, w których przekroje minerałów są ustawione we wszelkich możliwych kierunkach. Skały metamorficzne i osadowe lepiej pozostawić na koniec, gdyż dobrze zrozumieć je można dopiero po przestudjowaniu skał wybuchowych.

Do ćwiczeń chemicznych dmuchawkowych czy do analizy chemicznej nadają się na początek związki proste, składające się z paru tylko pierwiastków bardziej rozpowszechnionych; dopiero stopniowo można zabrać się do badania minerałów o bardziej złożonym chemizmie i do oznaczania pierwiastków rzadkich.

Do ułatwienia pierwszych ćwiczeń przyczynia się bardzo, jeżeli własności badanych minerałów już poprzednio były oznaczone, gdyż to pozwala odrazu porównać nowy rezultat z dawniejszymi wynikami. To też zakłady mineralogiczne przechowują zwykle starannie odpisy rezultatów otrzymanych przez studentów przy oznaczaniach preparatów ćwiczeniowych.

Ćwiczenia powinny odbywać się pod doświadczeniem kierownictwem; zupełnie samodzielnie może tu dać sobie radę chyba wyjątkowo utalentowany samouk, znający dobrze metody fizyki i chemji, ale i ten straci dużo czasu napróżno.

Przy samodzielnej pracy trzeba wziąć sobie za zasadę, żeby nigdy nie rozpoczynać rękoczynów bez dokładnie sformułowanego planu postępowania. Na nieznanym sobie poprzednio przyrządzie trzeba z opisem w ręku sprawdzić wszystkie jego części i wytworzyć sobie w umyśle dokładny obraz jego funkcjonowania. Jeśli się nie ma opisu, trzeba samemu przyrząd obejrzeć, wypróbować i całkowicie zrozumieć. Z chwilą bowiem, gdy się przy-

stępuje do wykonywania oznaczeń, niema już czasu na zapoznanie się z przyrządem, cała uwaga musi być zwrócona na otrzymanie dobrych rezultatów.

Specjalne wymagania musi sobie stawiać badacz, opracowujący własne metody. Powinien on z bezwzględny krytycyzmem zbadać i sprawdzić, czy nowa metoda jest rzeczywiście lepsza od dotychczas znanych, t. j.:

1) czy pozwala na osiągnięcie większej dokładności niż dotychczas znane metody w przypadkach, kiedy dokładne oznaczenie jest wogóle możliwe ze względu na dobroć badanego materiału;

2) czy pozwala osiągnąć z mniejszym nakładem czasu, pracy i środków równie dokładne rezultaty jak dotychczas stosowane metody;

3) czy daje się zastosować w tych przypadkach, które dotychczas nie dawały się badać zapomocą żadnej znanej metody;

4) czy daje się wykonać zapomocą przyrządu bardziej rozpowszechnionego niż te, które dotychczas były do tego celu używane, i mającego również i inne zastosowania.

To samo (z wyjątkiem punktu 4-go) dotyczy również nowych pomysłów z dziedziny przyrządów.

Metoda, która nie odpowiada żadnemu z tych warunków, może być śmiało odłożona ad acta.

Stosując ilościowe metody mineralogiczne, trzeba przed wykonaniem samego oznaczenia upewnić się, że badany materiał jest jednorodny.

Nie można np. obliczać średnich z oznaczeń wykonanych na różnych odmianach tego samego minerału, gdyż mogłoby się zdarzyć, że średnia w ten sposób otrzymana nie odpowiadałaby żadnej z rzeczywiście istniejących odmian. Makroskopowem stwierdzeniem jednorodności minerału niepodobna się tutaj zadowolnić, gdyż zdarza się, że najpiękniejsze nawet napozór kryształki bywają przerostami różnych odmian izomorficznych, albo przynajmniej zawierają obce wrostki, próżnie i t. d., co wszystko daje przy oznaczeniach odchylenia od wartości rzeczywistych. Dotyczy to w szczególności badań chemicznych i tutaj szczególnie należy być starannym w wyborze, przygotowaniu i czyszczeniu ma te

rjału¹⁾, tembardziej, że analiza chemiczna ilościowa zabiera dużo czasu, a wynik jej jest zawsze do pewnego stopnia wartością przeciętną, gdyż do analizy musimy wziąć conajmniej parę gramów minerału.

Zwykle metody stosowane tutaj do wyodrębnienia jednorodnego materiału są te same co w t. zw. analizie mechanicznej i polegają głównie na oddzielaniu od siebie ziaren o różnym ciężarze właściwym, własnościach magnetycznych i t. d.

W metodach, w których na ostateczny wynik składa się duża liczba pomiarów tej samej wielkości (np. pomiar tego samego kąta wykonany na wielu kryształach), różnorodność materiału ujawnia się często przez to, że otrzymane wartości rozpadają się w charakterystyczny sposób na dwie lub więcej grup, nie połączonych ze sobą żadnymi wartościami przejściowymi. Do ujawniania tego rodzaju rozbieżności i jednoczesnej kontroli, czy liczba oznaczeń już jest dostateczna, ażeby można było uznać pomiary za ukończone i przystąpić do obliczenia średnich wartości dla każdej grupy, służy t. zw. *metoda skupień* E. A. Wülfinga²⁾. Polega ona na tem, że na osi odciętych oznaczamy liczby odpowiadające wartościom otrzymanym przy pomiarach, a w kierunku osi rzędnych umieszczamy nad każdą podziałką osi odciętych tyle punktów, ile razy otrzymaliśmy przy pomiarach odpowiednią wartość liczbową. Jeżeli materiał badany był jednorodny, to w miarę uskuteczniania coraz większej liczby pomiarów punkty wyznaczane coraz bardziej uwydatniają przewagę pewnej określonej wartości nad innymi (skupienie), tak że kolumna tych punktów nad nią się wznosząca dominuje nad innymi. Kolumny leżące w bezpośredniem sąsiedztwie po obu bokach są jeszcze zwykle dość licznie obsadzone, a im bardziej oddalamy się w obie strony od miejsca skupienia, tem mniej punktów zawierają odpowiednie kolumny. W ten sposób otrzymujemy wykres statystyczny, który nam pozwala na pierwszy rzut oka zorientować się w całokształcie osiągniętego rezultatu. Jeżeli badany mate-

¹⁾ Baczną uwagę należy zwrócić oczywiście i na czystość użytych odczynników chemicznych.

²⁾ Sitzungsberichte der Heidelberg. Akad. der Wiss. 1916. Abt. A. 11 Abh.

rząd składał się z dwóch odmian, to zamiast jednego charakterystycznego skupienia otrzymamy dwa i t. d. Zaprzestajemy mierzyć wtedy, kiedy miejsca największego skupienia są zupełnie wyraźne; wartości średnie obliczamy, odrzucając w razie potrzeby odosobnione wartości zbyt odległe od miejsca skupienia.

Jako dalsza konsekwencja stosowania metody skupień nąsuwa się niekiedy kwestja porównywania dobroci samych skupień otrzymanych w różnych przypadkach (np. różnymi metodami dla tego samego materiału). Tutaj można¹⁾, wychodząc z założenia, że skupienie jest tem lepsze, im więcej zostało wykonanych pomiarów i im mniejszy jest przedział, w którego obrębie leży większość otrzymanych liczb, zastosować wzór $w = \frac{a}{i}$, według którego wartość w danego skupienia jest proporcjonalna do liczby a , wyrażającej połowę ogólnej liczby wykonanych pomiarów, i odwrotnie proporcjonalna do najmniejszego przedziału i w wykresie dookoła wartości średniej skupienia, w którego obrębie leży a punktów.

Metoda skupień nietylko ułatwia pracę, ale też daje jasny pogląd na jakość badanego materiału.

Oprócz metody skupień studjujący powinien poznać dobrze metodę najmniejszych kwadratów i zdać sobie sprawę z różnicy, jaka pomiędzy niemi zachodzi.

Każdy przyrząd używany do badań musi być dokładnie skontrolowany i przysposobiony do pomiarów, gdyż tylko w ten sposób można usunąć lub zmniejszyć do minimum błędy systematyczne. Kontrola może być przeprowadzona albo bezpośrednio przez zastosowanie specjalnych metod obserwacji samego przyrządu albo pośrednio przez dokonanie pomiarów na materiale, którego własności są już uprzednio dokładnie znane. Jeżeli np. mam zamiar oznaczyć wskaźniki załamania zapomocą reflektometru Abbego, to przedewszystkiem muszę ustalić przez bezpośrednią obserwację, czy płaszczyzna półkuli szklanej stoi prostopadle do swej osi obrotowej i czy luneta przyrządu jest wolna

¹⁾ T. J. Woyno, Verhandl. Schweiz. Naturf. Ges. 99. Jahresvers. 1917.

od paralaksy, poczem, ustaliwszy współczynnik załamania półkuli w stosunku do powietrza, mogę już sprawdzić, czy oznaczając za pomocą tak przysposobionego przyrządu współczynniki załamania wody, kwarcu, kalcytu i t. d. otrzymam liczby zgodne z dotychczas znanymi. Jeśli chcę wiedzieć, czy mikroskop polaryzacyjny jest odpowiednio przysposobiony do pomiarów kąta znikania światła, t. j. czy skrzyżowane nitki okularu leżą w płaszczyznach drgań nikoli, to mogę to zbadać, sprawdzając, czy otrzymam kąt znikania światła równy zeru dla minerałów jednoosiowych jak kwarc, albo dla specjalnych przekrojów minerałów dwuosiowych, np. płaszczyzn łupliwości rombowego anhydrytu i t. d.

Jeżeli się przytem okaże, że przyrząd nie spełnia należycie swego zadania (a nie jest popsuty), należy odpowiednio przysposobić go do pomiarów. Uskutecznią się to zwykle przez wprowadzenie drobnych zmian w położeniu części przyrządu względem siebie, jak przez zmianę nachylenia osi optycznych i mechanicznych, przesunięcie soczewek w kierunku podłużnym lub poprzecznym do ich osi, przesunięcie i obrót skrzyżowanych nitek lub skali, nikoli i t. d. Do wykonywania tych wszystkich czynności należy mieć pod ręką zapas odpowiednich narzędzi jak śrubokrętki, specjalne klucze i t. d. Przed przystąpieniem do wykonania jakiegokolwiek poprawki należy dokładnie zdać sobie sprawę z tego, jaka przyczyna wywołuje dany błąd przyrządu, jaka jest wielkość błędu, i odpowiednio do tego obmyśleć plan działania. Nigdy nie należy próbować na ślepo doprowadzenia przyrządu do porządku, gdyż tego rodzaju próby są długie i zmudne, a kończą się nieraz popsuciem przyrządu¹⁾. Jeżeli zachodzi potrzeba częściowego lub całkowitego rozebrania przyrządu dla poprawienia części wewnętrznych (np. oczyszczenia, naoliwienia, przykręcenia obluźwionych śrubek, przyklejenia odlepionej skali i t. p.), należy przedewszystkiem zastanowić się, czy znamy dokładnie konstrukcję tej części, którą zamierzamy rozebrać. Jeżeli nie, to należy się z nią zapoznać z opisu przyrządu,

¹⁾ Każdy bardziej wartościowy przyrząd posiada dodatkowe urządzenia, umożliwiające wszelkie potrzebne poprawki. Nigdy nie należy liczyć na to, że przyrząd czy to świeżo otrzymany z fabryki, czy przez dłuższy czas nieużywany, nie wymaga żadnych poprawek.

a w braku opisu — domyśleć się samemu. Przy rozbieraniu części odjęte najlepiej układać na arkuszu papieru w porządku odejmowania i w ten sposób aby samo rozłożenie przypominało, skąd każda część została wzięta. Trzeba pamiętać o tem, że przy składaniu każda śrubka ma wrócić dokładnie na swe dawne miejsce bez żadnej zamiany. Przy pewnej wprawie i systematyczności można sobie pozwolić na rozebranie każdego przyrządu w granicach zakreślonych przez jego konstrukcję. Nie należy tylko bezwarunkowo ruszać takich części, których złożenie już przy fabrykacji wymaga specjalnego uzdolnienia, np. czołowych soczewek silnych obiektywów, nitek pajęczych okularu, miejsc sklejenia pryzmatów i t. d. Jeżeli przyrząd jest poważnie uszkodzony (zardzewiały, złamany, zgięty) lepiej pozostawić całkowitą reparację mechanikowi.

Gruntowną znajomość każdego przyrządu ma się właściwie dopiero wtedy, kiedy się poznało dokładnie całą konstrukcję i umie się usuwać drobne usterki w jego funkcjonowaniu.

2. PRZEGLĄD NAJWAŻNIEJSZYCH METOD MINERALOGICZNYCH.

1. *Badania geometryczno-krystalograficzne*: pomiary kryształów na gonjometrze jednokołowym lub teodolitowym; pomiary w mikroskopie z dodatkowymi przyrządami obrotowymi; określanie postaci kryształów luźnych i krystalicznych minerałów skałotwórczych w mikroskopie; gonjometr przykładany. Pomiary pokroju kryształów.

2. *Określanie symetrii ścian* kryształów zapomocą figur wytrawionych obserwowanych na gonjometrze teodolitowym lub przez mikroskop.

3. *Łupliwość*: wywoływanie spękań i płaszczyzn łupliwości w kryształach zapomocą specjalnych przyrządów; przez uderzenie młotkiem na płycie stalowej wprost lub za pośrednictwem ostrego noża, dłuta, igły; przez zgniecenie minerału w prasie. Obserwowanie płaszczyzn łupliwości w preparatach mikroskopowych.

4. *Twardość*: a) metoda rysy: sklerometry i mikrosklerometry; skala twardości Mohsa; określanie twardości zapomocą paznokcia, scyzoryka i szkła.

b) badania ścieralności minerału przez szlifowanie z proszkiem twardych substancyj (szmirgiel, karborund).

5. *Oznaczanie współczynników załamania*: na gonjometryczną metodą pryzmatu (szlifowanie pryzmatu o odpowiednim ustawieniu optycznym zapomocą specjalnych przyrządów); w płytkach zapomocą reflektometru; metodą imersyjną przez zanurzenie w cieczach o odpowiednim współczynniku załamania; metodą Beckego przez porównanie pod mikroskopem z minerałami o znanych współczynnikach; przybliżone szacowanie na podstawie stopnia uwypuklenia (reljefu) minerału w preparacie mikroskopowym.

6. *Określanie barwy* zapomocą skali barw (porów. str. 455); przez porównanie z innymi minerałami. Określanie barwy i wielobarwności w płytkach za pomocą dichroskopu, mikroskopu (okular dichroskopowy), *określanie barwy rysy* na płytce porcelanowej.

7. *Badania optyczne kryształów dwójłomnych*: na gonjometryczną, reflektometryczną, konometryczną, w mikroskopie z szeregiem przyrządów pomocniczych do mierzenia dwójłomności, kąta znikania światła, kąta osi optycznych i t. d. Metody konoskopowe i ortoskopowe (metoda Fedorowa).

Szlifowanie preparatów mikroskopowych zapomocą specjalnych maszyn i przyrządów.

8. *Oznaczanie ciężaru właściwego*: metoda bezpośredniego ważenia w wodzie; piknometr; waga hydrostatyczna; metody ciężkich (waga Westphala).

9. *Magnetyzm*: elektromagnes, magnes zwykły, igła magnesowa.

10. *Piroelektryczność*: przyrząd Kundta do opylania kryształów minią i siarką.

11. *Analiza mechaniczna*: oddzielanie ziaren minerałów zapomocą magnesu, elektromagnesu, płuczek, cieczy ciężkich; przebieranie ręczne pod lupą.

12. *Badania chemiczne na drodze suchej*: reakcje przy ogrzewaniu minerału w rurce zamkniętej i otwartej; reakcje barwne płomienia; oznaczanie topliwości; reakcje dmuchawkowe na węglu (naloty, redukcja związków metali); reakcje barwne w perle fosforowej i boraksowej w płomieniu utleniającym i redukującym.

13. *Badania na drodze mokrej*: analiza jakościowa i ilościowa. Zachowanie się minerałów względem kwasów (rozpuszczanie, wydzielanie gazów, galaretowatej krzemionki i t. d.).

14. *Analiza mikrochemiczna*: otrzymywanie pod działaniem różnych odczynników z małych ilości minerału kryształków o charakterystycznym wyglądzie i własnościach. Reakcje barwienia ziaren przez wytwarzanie charakterystycznych barwnych osadów na ich powierzchni (dżeolity, węglany).

15. *Pokladowznawstwo*: obserwacje położenia (rozciągłości i upadu) oraz miąższości złóż i ich poszczególnych warstw w stosunku do warstw otaczających. Wyznaczanie granic złóż i warstw na mapie. Obserwowanie przemian zachodzących w złożu (powstawanie szczelin, zjawiska wietrzenia, wtórnego wydzielania się i t. p.).

16. *Minerogenja*: obserwacje makro- i mikroskopowe co do powstawania i przemiany minerałów. Kolejność wydzielania się z roztworów. Oznaczanie stosunków ilościowych minerałów w skałach przez pomiary mikroskopowe.

3. NAJWAŻNIEJSZE PRZYRZĄDY DO BADAŃ MINERALOGICZNYCH.

a) do diagnozy jakościowej:

lupa ręczna albo kilka lup o powiększeniu od dwukrotnego do ośmiokrotnego;

gonjometr przykładowy;

skala twardości Mohsa (10-cio stopniowa);

młotki różnej wielkości do odbijania i preparowania okazów;

mały młotek do badania łupliwości i kowalności;

dłuta stalowe, płytka stalowa, kowadełko, moździerz stalowy

(t. zw. diamentowy), moździerz agatowy;

dmuchawka z niewielką liczbą odczynników i przyrządów dodatkowych;

blaszka i drucik platynowy, blaszka srebrna, rurki szklane.

b) do badań naukowych i dokładniejszej diagnozy:

gonjometr jednokołowy i teodolitowy;

mikroskop polaryzacyjny z gipsówką, ćwierćfalówką, klinem kwarcowym, okularem mikrometrycznym, analizatorem nakładanym, kompensatorem Babineta, skalami mikrometrycznymi

i przyrządami do badań konometrycznych (stolik Beckego, okular Tertscha, dwuśrubowy okular mikrometryczny Wrighta);
 mikroskop do metody Fedorowa. Lampa mikroskopowa;

mikroskop dwuokularowy (stereoskopowy) bez polaryzacji;
reflektometr;

konometr (przyrząd do mierzenia kąta osi optycznych);

monochromator, lampa kwarcowo-rtęciowa, heliostat;

przyrząd do szlifowania pryzmatów i preparatów optycznych;

maszyna do preparatów mikroskopowych z motorem;

elektromagnes z opornicą;

waga Westphala;

przyrządy do analizy mechanicznej: lejki rozdzielcze, cieczki ciężkie (płyn Thouleta, bromoform, jodek metylenu i t. d.), płuczki;

odczynniki do *analizy mikrochemicznej*;

przyrządy i odczynniki do *analizy jakościowej i ilościowej*:

waga analityczna, waga zwykła, tygły i parownice platynowe i porcelanowe, palniki, dmuchawka wodna, suszarki i t. d.;

aparatuszki do fotografowania i odpowiednie obiektywy mikroskopowe.

4. GONJOMETRY.

Pomiary gonjometryczne służą do oznaczania stałych krytalograficznych minerałów. Mogą one być dokonywane albo w celu rozpoznania minerału albo też—dokładnego oznaczenia tych stałych. Diagnoza gonjometryczna często prowadzi łatwo i pewnie do celu i dlatego powinna być stosowana zawsze wtedy, kiedy kryształy są dość dobrze wykształcone. Niekiedy wystarcza zmierzenie jednego jedyne go kąta, aby już nie mieć wątpliwości, z jakim minerałem ma się do czynienia. Poza tem przy pomiarach nie uszkodza się ani nie traci nic z badanego materiału, co również nieraz bywa bardzo pożądane.

Skala dokładności, jaką można osiągnąć przy pomiarach gonjometrycznych, jest bardzo rozległa; można tutaj zawsze zastosować się do jakości i wielkości badanych kryształów. Do mierzenia kryształów dużych (parocentymetrowych i większych)

służą gonjometry przykładane, do kryształów kilkomilimetrowych gonjometry refleksyjne (światłne), wreszcie drobne kryształki dają się mierzyć zapomocą przyrządów obrotowych umieszczanych na stoliku mikroskopu.

Z gonjometrów przykładanych zasługuje na specjalną uwagę praktyczny i tani gonjometr Penfielda. Składa się on z prostokątnego kawałka twardego kartonu z półkołem podzielonym na stopnie, do którego przytwierdzona jest linijka z przezroczystego celuloиду w ten sposób, że daje się obracać koło środka półkola. Na linijce biegnie wzdłuż przez jej środek kreska; jeden koniec linijki jest zaczerniony. Jedną ze ścian mierzonego kryształu przykładana się do brzegu kartonu, drugą do odpowiednio nastawionego czarnego końca linijki, wtedy kreska linijki wskazuje na półkolu podziałkę odpowiadającą wielkości kąta. Dokładność pomiaru przy wprawie dochodzi do $\frac{1}{4}$ stopnia. Gonjometry przykładane metalowe mają w zasadzie podobną konstrukcję, tylko są naogół bardziej skomplikowane. Gonjometr Wulffa natomiast składa się prosto z dwóch skrzyżowanych i złączonych w formie nożyc linijek metalowych; do odczytywania kątów pomiędzy nimi używa się podziałki na obwodzie siatki stereograficznej.

Do prędkiego sprawdzania, szczególnie na drobnych kryształach, gdzie znajdują się na okazie uprzednio zmierzone kąty, nadaje się doskonale prosta metoda, stosowana przez dawnych mineralogów. Polega ona na tem, że wycina się z kartonu wązkie paski z szerszym zaokrągleniem zakończeniem, a na brzegu tego zaokrąglenia robi się wcięcie odpowiadające danemu kątowi; w ten sposób otrzymuje się jakby unieruchomiony gonjometr przykładany. W cennych zbiorach zuryskiego mineraloga D. F. Wisera z połowy zeszłego wieku pozostało w pudełkach z okazami dużo takich wyciętych kątów.

Do pomiarów teodolitowych dużych kryształów skonstruował specjalne gonjometry przykładane V. Goldschmidt.

Gonjometry refleksyjne (światłne) bywają dwojakiego typu: jednokołowe i dwukołowe (teodolitowe). W gonjometrach refleksyjnych promienie światłne oświetlają t. zw. sygnał kolimatora i po odbiciu od ściany kryształu wchodzą do lunety; na skrzy-

zowaniu nitek lunety pojawia się przy odpowiednim położeniu kryształu obraz świetlny sygnału. Nastawiając pokolei w ten sposób przez obrót osi gonjometru różne ściany kryształu, możemy oznaczyć czy to bezpośrednio kąty pomiędzy nimi (metoda jednokołowa) czy też spólrzędne biegunowe tych ścian (metoda teodolitowa).

Z jednokołowych najodpowiedniejszy jest gonjometr Babineta z poziomem kołem a pionową osią obrotu. Bywa on wyrabiany w różnych wielkościach, poczynając od dużego modelu, nadającego się i do pomiarów spektroskopowych, a kończąc na niewielkich modelach przeznaczonych do ćwiczeń studenckich i diagnozy. Doskonalsze gonjometry do badań posiadają obecnie ulepszony układ soczewek, umożliwiający zmianę powiększeń lunety, i śruby mikrometryczne do powolnego obracania lunety wraz z nonjuszem, koła podziałkowego i wreszcie osobno wewnętrznej osi gonjometru wraz z osadzonym na niej kryształem.

Polecane w podręcznikach francuskich, a nieraz i amerykańskich, gonjometry Wollastona z pionowym kołem i bez kolimatora są o wiele mniej dogodne.

Gonjometry teodolitowe mają dwa prostopadłe do siebie koła obrotowe z podziałkami. W gonjometrze Czapskiego na kole poziomem znajduje się przyrząd do centrowania i justowania (ustawiania krawędzi kryształu równolegle do osi obrotowej) z przytwierdzonym doń kryształem, zaś luneta i kolimator są osadzone na kole pionowym i mogą być obracane odpowiednio do nachylenia obserwowanej ściany. W gonjometrach Fedorowa i V. Goldschmidta koło pionowe osadzone jest na kole poziomem i obraca się z niem razem, luneta i kolimator (u Fedorowa luneta autokolimacyjna) stoją nieruchomo jak w gonjometrze jednokołowym Babineta¹⁾.

Wybór pomiędzy metodą jednokołową a teodolitową nie bywa zwykle trudny, gdyż każda z nich ma swe charakterystyczne cechy. Do wszelkich pomiarów kątów, które stoją w związku

¹⁾ Inne jeszcze rodzaje gonjometrów teodolitowych, polegające na odpowiednim dodaniu drugiego koła do gonjometrów jednokołowych, podali V. M. Goldschmidt i F. Stöber.

z zależnością pasową, nadaje się lepiej gonjometr jednokołowy, natomiast o ile chodzi o umożliwienie obliczenia dowolnie dużej liczby kątów pomiędzy ścianami bez ich bezpośredniego mierzenia, a szczególnie o ściśle obserwacje pewnych odchyień i nieprawidłowości wzrostu kryształów, jak krzywe powierzchnie, refleksy figur wytrawionych i t. p., to należy stosować metodę teodolitową. Ma ona pozatem tę wyższość nad jednokołową, że bez zdejmowania kryształu z gonjometru można zmierzyć wszystkie ściany nachylone, leżące na górnym końcu kryształu i pionowe, a niekiedy i część ścian dolnych. Ponieważ zaś większość minerałów w złożach posiada kryształy wykształcone z jednej tylko strony, więc jedna taka serja pomiarów daje wszystko, co tylko na danym kryształcie można osiągnąć. Natomiast pomiary jednokołowe wymagają osobnego ustawiania kryształu do mierzenia każdego pasa.

Oprócz tych pomiarów geometryczno - krytalograficznych gonjometr służy i do dokładnego oznaczania łamliwości optycznej minerałów zapomocą t. zw. metody pryzmatu. Polega ona na pomiarach kąta najmniejszego odchylenia przy przejściu światła przez pryzmat minerału. Znając kąt pomiędzy ścianami pryzmatu i kąt najmniejszego odchylenia światła, można obliczyć współczynnik załamania. Do oświetlenia używa się światła jednobarwnego (monochromatycznego) (por. str. 427). Minerale badane muszą być odpowiednio szlifowane i polerowane w formie pryzmatów, i to w ten sposób aby ściany pryzmatu miały określone położenie względem elipsoidy wskaźnikowej a , co za tem idzie, i do ścian kryształu. Tylko wtedy bowiem można oznaczyć charakterystyczne współczynniki załamania dla minerałów anizotropowych. Najtrudniej jest osiągnąć to prawidłowe ustawienie pryzmatu wtedy, kiedy brak ścian naturalnych kryształu, a do ustawienia pryzmatu można użyć tylko kierunków osi optycznych.

Do szlifowania pryzmatów i innych preparatów optycznych z kryształów służą specjalne przyrządy. Przyrząd Wülfinga pozwala ustalać położenie ściany wyszlifowanej przez mierzenie kątów, jakie tworzy z dwiema znanymi ścianami naturalnymi. Składa się on z t. zw. trójnoga t. j. trójkątnej płytki aluminiowej na trzech nóżkach, z których jedna służy do osadzania szlifowa-

nego kryształu, a dwie inne są śrubami, dającymi się podłużać lub skracać przez wykręcanie lub wkręcanie. Zapomocą tych śrub można dowolnie zmieniać położenie ściany szlifowanej. Ażeby to czynić w sposób dający się ująć liczbowo, nastawia się przedewszystkiem odpowiednio do wyników pomiarów nie sam trójnóg z kryształem, a osadzony na nim mniejszy trójnóg z libellą i dopiero potem odpowiednio przykręca śruby drugiego trójnoga. Istnieją też i skomplikowane gonjometry teodolitowe do szlifowania skonstruowane przez Tuttona i V. Goldschmidta.

Jako podłoże do szlifowania najlepiej nadają się płyty szklanne; szlifuje się szmirgłem lub karborundem, a poleruje diamentyną, caput mortuum lub czerwienią paryską.

Niektóre preparaty (bardzo cienkie pryzmaty albo pryzmaty z minerałów kruchych) wymagają specjalnej ostrożności przy szlifowaniu. Do takiego ostrożnego i dokładnego szlifowania nadają się specjalne maszynki poruszające siłą motoru elektrycznego trójnóg Wülfinga na płycie. Dokładne wskazówki co do szlifowania preparatów znaleźć można w Fizjografji Rosenbuscha-Wülfinga t. I, część I (por. Bibliografja str. 449). Z techniką tą należy się bezwarunkowo obeznać, gdyż do dokładnych oznaczeń optycznych należy szlifować materiał osobiście.

5. MIKROSKOPY MINERALOGICZNE I PRYZRZĄDY DODATKOWE.

Ze wszystkich przyrządów używanych do badań mineralogicznych mikroskop ma bodaj największe zastosowanie. Poucza o tem już podany powyżej przegląd metod mineralogicznych (str. 402), z którego łatwo wysnuć można wniosek, że oznaczenie większości własności minerałów oparte jest całkowicie na zastosowaniu mikroskopu, lub przynajmniej wymaga jego zastosowania wtedy, kiedy zawodzą inne przyrządy. Wyjątek stanowią dotychczas tak specyficzne własności jak ciężar właściwy, magnetyzm, piroelektryczność i cechy typowo geologiczne.

Zakres zastosowania mikroskopu jest w mineralogji znacznie większy i różnorodniejszy niż w naukach biologicznych. Zadaniem jego jest bowiem nie tylko umożliwienie obserwacji przedmiotów zbyt drobnych do badania gołym okiem, ale i dokony-

wanie dokładnych pomiarów geometrycznych i optycznych. Zasadnicza różnica polega przedewszystkiem na tem, że mikroskop mineralogiczny jest mikroskopem polaryzacyjnym i mierniczym, w którym światło spolaryzowane służy do wywołania w minerałach szeregu charakterystycznych zjawisk optycznych, podlegających również ścisłym pomiarom. To też punkt ciężkości mikroskopu polaryzacyjnego leży nietyle w wielkości i dobroci otrzymanych powiększeń — są one znacznie skromniejsze od wymaganych w biologii i rzadko kiedy przekraczają 500 — ile w precyzyjności specjalnych urządzeń mierniczych.

W morfologii mineralogicznej rola mikroskopu zaczyna się tam, gdzie kończy się możliwość dokonywania pomiarów gonjometrycznych. Postać kryształów luźnych, które są zbyt małe na to, aby dać widoczne odbicie światła w gonjometrze nawet przy zastosowaniu lunet zmniejszających, może być jeszcze ustalona pod mikroskopem. Podnosząc i opuszczając rurę mikroskopu zapomocą rury mikrometrycznej, obserwujemy kontury kryształu i tym sposobem możemy sobie zdać sprawę z wyglądu i nachylenia jego ścian. Jeśli kryształy są dobrze wykształcone, to z odpowiednich pomiarów kątów płaskich możemy przytem niekiedy obliczyć przestrzenne kąty pomiędzy ścianami. Takie badania nieraz prowadzą do zupełnej diagnozy morfologicznej, szczególnie jeśli je połączyć z badaniami optycznymi jak oznaczenie kierunku znikania światła i rozmieszczenia wektorów optycznych.

Ponadto cały dział badań z zakresu morfologii minerałów występujących w skupieniach (zrosty, postaci kuliste, promieniste, skorupowe, naciekowe, skały i t. d.) daje się przeprowadzić wyłącznie zapomocą mikroskopu. Tutaj pomiary gonjometryczne z samej natury rzeczy usuwają się na plan drugi i często ograniczają się do oznaczania kątów pomiędzy śladami płaszczyzn łupliwości, które przy nieprawidłowem wykształceniu zewnętrznem kryształów są cenną cechą morfologiczną.

O ile w morfologii mikroskop polaryzacyjny odgrywa rolę pomocniczą, o tyle w optyce krystalograficznej wysuwa się on na pierwsze miejsce ze względu na łatwość metod mikroskopowych służących do oznaczania własności optycznych minerałów jak

łamlivość, dwójłomność, położenie wektorów optycznych, wielkość kąta osi optycznych, dyspersja wektorów i osi, wielobarwność (pleochroizm) i t. d.

Wszystkich tych własności używa się najczęściej do diagnozy mikroskopowej minerałów skałotwórczych, która wyodrębniła się obecnie w osobny dział mineralogji i jest przedmiotem obszernych podręczników (por. str. 449). Podstawą diagnozy optycznej jest znajomość ścisłych liczbowych danych dla tych własności.

Badania optyczne zapomocą mikroskopu polaryzacyjnego rozpadają się na dwie charakterystyczne grupy. Pierwszą z nich stanowią t. zw. badania ortoskopowe, przy których pęk mniej więcej równoległych promieni (ściśle mówiąc promieni o słabej rozwartości¹⁾ oświetla przekrój minerału na stoliku mikroskopu, poczem obraz tego minerału zostaje odtworzony przez obiektyw i dolną soczewkę okularu (Huyghensa, por. str. 418) w płaszczyźnie skrzyżowania nitek okularu, gdzie go się ogląda jak przez lupę przez górną soczewkę okularu. Przy badaniu zaś konoskopowem zbieżne pęki promieni przechodzą przez płytkę badanego minerału i zostają zebrane w płaszczyźnie ogniskowej silnego obiektywu; przy obserwacji przez analizator powstaje t. zw. obraz osiowy. Im większy kąt rozwarcia (apertura kątowna) obiektywu i kondensora wytwarzającego światło zbieżne, tem większą przestrzeń kątowną promieni odtwarza obraz osiowy. Przy obserwacji ortoskopowej więc widzimy obraz przekroju minerału ze wszystkimi szczegółami, przyczem przy skrzyżowanych nikolach obraz ten może dawać w pewnych warunkach charakterystyczną barwę interferencyjną, przy konoskopowej nie widzimy wcale samego minerału, natomiast obserwujemy wytworzone przezeń zjawisko optyczne, t. zw. obraz osiowy. Z punktu widzenia optyki geometrycznej tylko działanie ortoskopu możemy nazwać mikroskopowem; polega ono bowiem na tem, że zapomocą odpowiedniego układu soczewek zostaje wytworzony powiększony rzeczy-

¹⁾ Rozwartością lub aperturą nazywamy w optyce liczbę określającą wielkość kąta stożka promieni przechodzących przez dany układ optyczny. Liczba ta bywa podawana albo w stopniach, albo też jako t. zw. apertura numeryczna równająca się sinusowi połowy kąta rozwartości.

wisty obraz przedmiotu. Działanie konoskopu natomiast polega na zebraniu w płaszczyźnie ogniskowej układu optycznego pęków promieni, co jest charakterystyczną cechą lunety.

Obie te metody obserwacji uzupełniają się nawzajem; z każdą z nich są związane specjalne pomiary i oznaczenia.

Odpowiednio do swych różnorodnych celów mikroskop mineralogiczny posiada cały szereg specjalnych urządzeń połączonych z nim na stałe lub dodawanych chwilowo.

Z dawniejszych trzech głównych typów mikroskopu, a mianowicie *niemieckiego* z obracającym stolikiem a nieruchomymi nikolami, *francuskiego* z t. zw. stałem centrowaniem polegającym na tem, że obiektyw nie jest osadzony na końcu rury mikroskopu, lecz łączy się z obracającym stolikiem zapomocą specjalnego ramienia, i wreszcie *angielskiego* z nieruchomym stolikiem a obracanymi wspólnie (synchronicznie) nikolami, typ niemiecki okazał się najbardziej praktyczny. Jednakże duże modele nowszego typu (mikroskopy F. E. Wrighta, E. A. Wülfinga, mikroskop C. Leissa do metody Fedorowa) posiadają również dodatkowe urządzenia do współczesnego obracania nikoli.

Zasadnicza część każdego mikroskopu, łącząca w jedną całość układ optyczny i wszystkie szczegóły mechaniczne, nosi nazwę statywu.

Dolną część statywu stanowi ciężka podstawa żelazna rozdłona ku przodowi w kształcie podkowy. Górna część statywu daje się zwykle nachylać ku tyłowi, co jest i wygodne przy pracy i pozwala w razie potrzeby nastawiać mikroskop przy całkowitem, 90-cio stopniowym nachyleniu bezpośrednio na źródło światła jednobarwnego (monochromatycznego).

Okrągły stolik daje się obracać koło osi pionowej; obrót ten służy do mierzenia kątów płaskich w preparacie, do obserwowania kierunków znikania światła w ortoskopie i zmiany obrazów osiowych w konoskopie. Pozycję stolika odczytuje się zapomocą specjalnej podziałki na jego obwodzie i nonjusa przymocowanego nieruchomo do statywu. Nonjusz ten w nowszych mikroskopach ma 10 podziałek i pozwala odczytywać dziesiąte części stopnia; w mikroskopach dawniejszych miał ich dwanaście, przy czem każda podziałka odpowiadała pięciu minutom.

Duże modele mikroskopów posiadają zwykle we wnętrzu stolika specjalny mechanizm umożliwiający poziome przesuwanie powierzchni stolika w dwóch prostopadłych do siebie kierunkach. Śruby poruszające w ten sposób stół mają na główkach podziałki do oznaczania wielkości przesunięć. Taki ruchomy stół służy do mierzenia wielkości kryształów pod mikroskopem lub też do dokładnego notowania położenia preparatu, przy którym miejsce zasługujące na specjalną uwagę znajduje się w środku pola widzenia. Istnieją i specjalne mechanizmy ze śrubami mikrometrycznymi do nakładania na stoliki nie mające tego wewnętrznego urządzenia.

Pod stolikiem znajduje się przyrząd oświetlający, złożony z ruchomego lusterka i kondensora; wewnątrz tego przyrządu osadzony jest polaryzator. Lusterko ma jedną stronę płaską, a drugą wklęsłą; jako polaryzatora używa się obecnie najczęściej prostokątnego pryzmatu Ahrens'a sklejonego z trzech części. Kondensory bywają różnej konstrukcji zależnie od wymaganej apertury, która musi wystarczać do wypełnienia światłem całego kąta rozwarcia najsilniejszego stosowanego obiektywu. Za najlepszą uchodzi konstrukcja kondensora podana przez Abbego. Kondensory naogół składają się z trzech soczewek; górna soczewka leżąca bezpośrednio pod preparatem bywa używana tylko do światła zbieżnego, przy obserwacjach ortoskopowych odkłada się ją na bok zapomocą specjalnej rączki. Do obiektywów imersyjnych używa się specjalnych kondensatorów, których apertura numeryczna dochodzi do 1.50¹⁾. Aparat oświetlający zaopatrzonej jest w przesłonę tęczówkową, która służy do zwięzania pasma promieni świetlnych i zmniejszania siły oświetlenia (do obserwacji linii świetlnej Beckego, delikatnych śladów łupliwości, charakteru powierzchni ziarna w preparacie i t. d.). Cały aparat oświetlający może być obniżany zapomocą specjalnej śruby.

Polaryzator daje się zwykle osobno obracać w oprawie, a w droższych mikroskopach i usuwać na bok poza bieg promieni.

¹⁾ Apertura numeryczna przy imersji równa się $n \sin u$, gdzie n jest współczynnikiem załamania cieczy imersyjnej, a u połową kąta rozwarcia.

Nad stolikiem wznosi się ramię statywu wygięte ku tyłowi i służące za rękojeść do przenoszenia mikroskopu. Wewnątrz górnej części tego ramienia znajduje się mechanizm śruby mikrometrycznej służącej do powolnego podnoszenia i opuszczania rury mikroskopu oraz śruba z kółkiem zębatem do takiegoż ruchu prędkiego ¹⁾. Głowice tych śrub w mikroskopach nowego typu znajdują się obok siebie po obu bokach ponad rękojeścią, kierunek ich obrotu jest uzgodniony. Bębenek śruby mikrometrycznej zaopatrzonej jest w podziałki do odczytywania wielkości przesunięcia; na najnowszym mikroskopie pomysłu E. A. Wülfinga śruba mikrometryczna połączona jest prócz tego z dodatkowym kółkiem zębatym, wskazującym automatycznie jej całkowite obroty; pozatem do odczytywania znaczniejszych przesunięć rury mikroskopu służy odpowiednia skala z nonjuszem. Mierzenie tych przesunięć jest konieczne do oznaczania grubości preparatów, luźnych kryształów i t. p. oraz do oznaczania odległości ogniskowej silnych obiektywów zapomocą mikroskopu.

Rura mikroskopu miewa różną szerokość; szczególniejsze szerokie są rury mikroskopów przeznaczonych do mikrofotografii lub mających okulary o wielkiem polu widzenia. U dołu rury przyśrubowana jest specjalna łapka ze sprężyną, utrzymująca obiektyw we właściwej pozycji. Rewolwery do obiektywów, zwykle stosowane przy mikroskopach biologicznych, w mineralogji naogół nie bywają używane ze względu na konieczność centrowania obiektywu, t. j. dokładnego nastawiania osi optycznej mikroskopu na środek obrotu stolika. Centrowanie to odbywa się zapomocą dwóch prostopadłych do siebie śrubek, przesuwających poziomo dolną część rury mikroskopu wraz z łapką i obiektywem. Nieznaczne centrowanie jest niezbędne po każdej zmianie obiektywu, gdyż pomimo najstaranniejszej fabrykacji nie udaje się osiągnąć tego, aby osie optyczne wszystkich obiektywów zajmowały przy zmianie obiektywów dokładnie to samo położenie. Bez dokładnego centrowania zaś niepodobna ani mierzyć kątów ani obserwować obrazów osiowych małych ziaren.

¹⁾ W dawniejszych mikroskopach zamiast rękojeści znajduje się mechanizm złożony ze sprężyny, śruby mikrometrycznej z głowicą i pryzmatu stalowego, wzdłuż którego odbywa się ruch powolny rury mikroskopu.

W mikroskopach mineralogicznych Leitza każdy obiektyw ma swój osobny pierścień ze śrubami do centrowania i sztyftem pasującym do odpowiedniego wcięcia w łapce. Zakładanie obiektywów przy zmianie jest dzięki temu nieco kłopotliwsze, ale centrowanie utrzymuje się przez dłuższy czas bez zmiany. W mikroskopach typu francuskiego centrowanie jest zbędne, gdyż obiektyw obraca się razem ze stolikiem i obraz środkowego punktu stolika stale jest środkiem obrotu.

Bezpośrednio nad obiektywem przechodzi w kierunku ukośnym pozioma płaska szczelina do zakładania płytek wywołujących reakcje optyczne. Ponad nią umieszczony jest górny nikol (analizator) w metalowej oprawie, która daje się w miarę potrzeby wsuwać do rury lub wysuwać nazwewnątrz. Wysuwając analizator przechodzimy od obserwacji przy skrzyżowanych nikolach do badania w świetle spolaryzowanym linjowo; pierwszy z tych sposobów pozwala nam badać zjawiska interferencji i znikania światła, drugi — pleochroizm i łamliwość światła. Do badania własności morfologicznych też zwykle usuwamy analizator. Wreszcie usunięcie obu nikoli daje oświetlenie światłem zwykłym.

Ponieważ po wsunięciu w bieg promieni dość grubej warstwy kalcytu analizatora obraz mikroskopowy musiałby się stać niewyraźny dzięki t. zw. zjawisku księcia de Chaulnes (pozorne przesunięcie przedmiotu ku górze), więc analizator zaopatrzony jest dodatkowo w słabą soczewkę wypukłą, która kompensuje to zjawisko. Poza tem jednak analizator wywołuje jeszcze i zjawisko astygmatyzmu, które zresztą przy słabszych powiększeniach nie daje się zbyt odczuwać, a właściwie dopiero przy mikrofotografji naprawdę przeszkadza do otrzymania zupełnie ostrego obrazu. Firma Leitza ostatnio skonstruowała analizator anastygmatyczny, w którym ten błąd został usunięty.

Nad analizatorem umieszczona jest t. zw. soczewka Amici'ego-Bertranda, której zadaniem jest przenoszenie obrazu konoskopowego z powierzchni ogniskowej obiektywu do okularu. Bywa ona zaopatrzona w przesłoną tęczówkową do optycznego wyodrębniania małych ziaren przy obserwowaniu ich obrazów osiowych. Soczewka ta daje się tak samo jak analizator wsuwać i wysuwać, a ponadto również podnosić i opuszczać w kierunku

osi optycznej mikroskopu niezależnie od ruchów samej rury mikroskopu. Układ złożony z obiektywu, soczewki Amici'ego-Bertranda i okularu stanowi razem właściwie lunetę do obserwowania obrazów powstających w świetle zbieżnym.

Obrazy osiowe można zresztą obserwować i bez tej soczewki, wyjmując z mikroskopu okular i zaglądając do wnętrza rury, tak aby powierzchnia ogniskowa obiektywu leżała w odległości dokładnego widzenia od oka. Do wyodrębniania małych ziaren służy wtedy przesłona w kształcie krążka z otworem, nakładana na górny koniec rury bezpośrednio przed okiem.

Obiektywy używane do mikroskopów mineralogicznych są dwóch rodzajów i noszą nazwy achromatów lub apochromatów. Różnica polega na tem, że w achromatach skorygowana jest odległość ogniskowa dla dwóch barw widma, a w apochromatach dla trzech. Przytem achromaty już same dają obrazy możliwie bezbarwne, które można obserwować zapomocą zwykłych okularów, gdy tymczasem apochromaty obliczone są tak, iż ich własne obrazy mają barwne obwódki, a dopiero w połączeniu z okularami kompensacyjnymi stają się całkowicie bezbarwne. Pod względem ostrości i bezbarwności wprost niedoścignione są apochromaty i okulary kompensacyjne firmy Zeissa w Jenie, ale też i cena ich całkowicie odpowiada zaletom. Firma R. Winkel w Getyndze wyrabia nieco tańsze, a również bardzo dobre obiektywy apochromatyczne specjalnego typu pod nazwą „systemów fluorytowych”. Do większości badań mineralogicznych wystarczają jednak w zupełności obiektywy achromatyczne. Przy ich kupnie należy zwracać uwagę na to, aby ostrość linji obrazu mikroskopowego była jednakowa w środku i po brzegach widzialnego pola przy tem samym nastawieniu rury mikroskopu, oraz aby pole widzenia nie wydawało się wypukłe ani wklęsłe.

E. A. Wülfing poleca do swego nowego mikroskopu (por. str. 451), który przewyższa wszystkie dotychczas znane typy co do precyzyjności urządzeń, następujące obiektywy firmy R. Winkel:

Odległość ogniskowa	40 mm	25 mm	13 mm	8.5 mm	4.5 mm	3 mm
Apertura numeryczna	0.11	0.22	0.38	0.60	0.85	0.90
	Apochromaty		Systemy fluorytowe			

z odpowiednimi okularami kompensacyjnymi. Taki komplet optyczny nie pozostawia do życzenia. Jako przykład zestawienia mniej kosztownych achromatów można podać następujące obiektywy firmy R. Fuessa:

Odległość ogniskowa	32 mm	17 mm	10 mm	5 mm	3 mm
Apertura numeryczna	0.1	0.21	0.32	0.82	0.82

Do specjalnie słabych, parokrotnych powiększeń służą zwykle obiektywy mikrofotograficzne o odległościach ogniskowych od 40 do 70 mm w połączeniu ze słabymi okularami.

Zarówno apochromaty jak i achromaty służą przedewszystkiem do obserwacji ortoskopowych, przy których chodzi o otrzymanie wyraźnego i bezbarwnego obrazu przedmiotu. Natomiast badania konoskopowe wymagają przedewszystkiem dużej apertury, nieraz znacznie większej od tej, jaką można osiągnąć przy pomocy zwykłych obiektywów. W tym celu oddawna już były konstruowane specjalne obiektywy przeznaczone do obserwacji obrazów osiowych a zupełnie nieprzydatne do zwykłych obserwacji, gdyż obrazy przez nie wytworzone mają barwne obwódki i są zamazane. Zato widać przez nie występowanie obu osi optycznych tworzących duże kąty. Zwykle są to obiektywy imersyjne. E. A. Wülfing poleca nowy obiektyw imersyjny „Awi“ (Achselwinkelimmersion) Winkla o odległości ogniskowej równej 3.7 mm i aperturze numerycznej 1.52. Jako cieczy imersyjnej używa się, zależnie od apertury jaką trzeba osiągnąć, wody (aż do apertury 1.29), ksylolu (1.46), jednochlorobenzenu (1.47) i jednobromonaftaliny (1.50). Tego rodzaju obiektywy wymagają kondensorów o niemniejszej aperturze.

Dla obiektywów, które mają służyć do rozpoznawania obrazów osiowych, często mglistych i niepewnych, jest rzeczą niezmiernie ważną, aby soczewki były całkowicie wolne od napięć. Skoro tylko bowiem soczewka jest ściśnięta w obsadzie, natychmiast daje sama zjawiska interferencyjne pod postacią ciemnego krzyża i rozjaśnienia po czterech brzegach. Nieraz występują też w obiektywach wewnętrzne odbicia pod postacią świetlnych smug kolistych. Oba te zjawiska przypominają obraz osiowy kryształu jednoosiowego i wprowadzają w błąd badacza. Szczególniejszą

uwagę należy zwracać na to, aby obiektywy krótkoogniskowe były wolne od tych usterek.

Okulary używane do mikroskopów polaryzacyjnych są dwój- jakiego rodzaju. Wspomniany już powyżej okular Huyghensa skonstruowany jest w ten sposób, że jego dolna soczewka należy optycznie jeszcze do tego samego układu co obiektyw i bierze udział w wytwarzaniu powiększonego rzeczywistego obrazu przedmiotu, górna zaś soczewka odgrywa rolę lupy nastawionej na ten obraz, leżący w płaszczyźnie skrzyżowanych nitek pomiędzy obiema soczewkami. Rura okularu powinna być rozsuwana o kilka milimetrów, tak aby można było nastawiać soczewkę oczną odpowiednio do wzroku na skrzyżowanie nitek¹⁾. Nitki w okularze służą do nastawiania kierunków przy mierzeniu wielkości kątowych. Okular mikrometryczny zawiera zamiast nich w tej samej płaszczyźnie skalę służącą do pomiarów długości, a po odpowiednim skalibrowaniu—i do oznaczania wielkości kąta osi optycznych. Drugi typ okularu jest to t. zw. okular Ramsdena, który jest w całości lupą złożoną z dwóch soczewek i nastawioną na skrzyżowanie nitek lub skalę leżącą nazewnątrz (poniżej) okularu. Ten okular jest wygodny wtedy, kiedy chcemy zmieniać lub przesuwać skale i płytki służące do reakcyj optycznych (np. w mikroskopie Wrighta klin kwarcowy z podziałkami, siatkę kwadratową i t. d., w kompensatorze Babinet'a klin kwarcowy i t. p.).

Specjalne okulary bywają używane, kiedy chodzi o możliwie dokładne oznaczanie kąta znikania światła i wykrywanie słabej dwójłomności, np. okulary Bertranda, Calderona i innych. W okularze Bertranda umieszczone są obok siebie cztery jednakowo grube płytki kwarcu naprzemian prawego i lewego, które tylko wtedy dają tę samą barwę interferencyjną pomiędzy skrzyżowanymi nikolami, kiedy umieszczony na stoliku minerał jest izotropowy albo znajduje się w położeniu znikania światła. W okularze Calderona to samo zjawisko daje sztucznie zesta-

¹⁾ Niektóre firmy wyrabiające mikroskopy zaczęły w ostatnich czasach zupełnie niesłusznie lekceważyć ten zasadniczy warunek, zapominając o tem, że unieruchomienie soczewki ocznej zmusza dalekovidza, a szczególnie krótkowidza do męczącej akomodacji.

wiony bliźniak kalcytu. Do tego samego celu służy i okular Koenigsbergera z cienkimi blaszkami miki.

Istnieją i okulary z przesuwanemi mikrometrycznie skalami do pomiarów wielkości, jak okular Hirschwalda lub z dwoma prostopadłemi do siebie kierunkami przesunięć, jak okular dwuśrubowy mikrometryczny Wrighta (double screw micrometer ocular).

U górnego końca rury mikroskopu znajduje się płaski kołisty występ, na który w razie potrzeby można nakładać analizator górny, umieszczony w oprawie z podziałkami i dający się obracać. W połączeniu z polaryzatorem służy on do oznaczania kąta skręcania płaszczyzny polaryzacji w substancjach optycznie czynnych oraz do sprawdzania ustawienia polaryzatora i analizatora wsuwanego. Używa go się również zawsze wtedy, kiedy przyrządy dodatkowe umieszczane w okularze lub zamiast okularu muszą się znaleźć pomiędzy nikolami, jak to ma miejsce np. przy użyciu okularu Babinet'a. Apertura analizatora nakładanego jest nieznaczna i dlatego nie nadaje się on do zwykłego mikroskopowania preparatów.

Przyrządy dodatkowe. Tutaj najważniejszą rolę odgrywają trzy rodzaje płytek służących do oznaczania cechy optycznej i wysokości barwy interferencyjnej. Są to: *gipsówka*, dająca czułą barwę interferencyjną czerwoną I-go rzędu, *ćwierćfalówka*, dająca barwę szarą I-go rzędu, i *klin kwarcowy* (lub gipsowy) zawierający skalę barw poczynając od jasnoszarej I-go rzędu a kończąc na zielonej III-go rzędu. Kierunki wektorów optycznych w tych płytkach muszą być znane¹⁾. Przy ich użyciu chodzi zasadniczo o to, aby przez połączenie (dodanie lub odjęcie) ich barwy interferencyjnej z barwą interferencyjną badanego minerału lub jego obrazu konoskopowego wytworzyć nowe barwy interferencyjne

¹⁾ Oznaczyć te kierunki można, rozpoczynając od ćwierćfalówki, która jest cienką płytką miki. Mika w konoskopie daje obraz dwuosiowy, w którym wektor α stoi mniej więcej prostopadle do płaszczyzny płytki; należy więc sprawdzić, jak leżą obydwa pozostałe wektory w stosunku do kierunków płytki (zwykle β leży wzdłuż). Oznaczywszy ćwierćfalówkę łatwo już z jej pomocą oznaczyć w ortoskopie, obserwując spadek lub wzrost barw interferencyjnych kierunki wektorów w gipsówce i klinie.

i z nich wyciągnąć wnioski co do ustawienia optycznego. W ten sposób można oznaczyć, jak rozmieszczone są wektory optyczne w badanym mineralu i określić jego znak optyczny.

Klin kwarcowy służy pozatem do jakościowego oznaczania barwy interferencyjnej mineralu; razem z tablicą barw interferencyjnych, podawaną zwykle w podręcznikach metod optycznych, może on być używany do oznaczania przybliżonej wysokości tej barwy, a przy znanej grubości płytki i do określania dwójtomności mineralu. Do ilościowego oznaczania wysokości barwy interferencyjnej służy klin kwarcowy skalibrowany, lub lepiej jeszcze *kompensator Babineta*, wkładany do mikroskopu zamiast okularu. Istotę jego stanowią dwa kliny kwarcowe ułożone jeden wzdłuż drugiego w ten sposób, że ich cienkie końce leżą w przeciwnych kierunkach. Wektory optyczne leżą różnie w obu klinach, dzięki czemu przy skrzyżowanych nikolach powstaje przez kompensację w środku układu pasmo ciemne, a po jego obu bokach barwy interferencyjne. Jeden z klinów daje się przesuwac wzdłuż drugiego zapomocą śruby mikrometrycznej, przyczem barwy interferencyjne przesuwają się w polu widzenia. Mając minerał o pewnej określonej barwie interferencyjnej możemy nastawić kompensator w ten sposób, aby ta barwa została skompensowana; wielkość potrzebnego przesunięcia jest miarą barwy interferencyjnej.

Na innej zasadzie oparty jest kompensator W. Nikitina, któremu M. Berek nadał ulepszoną postać. Składa się on z płytki kwarcowej, która zapomocą odpowiedniej śruby mikrometrycznej daje się nachylać w szczelinie nad obiektywem. Przy nachyleniu zmienia się barwa interferencyjna i znowu znaleźć można takie nachylenie, przy którym barwa mineralu zostaje skompensowana.

Przystosowanie mikroskopu do obserwacji i pomiarów.

Dopóki się używa mikroskopu tylko do przeglądania preparatów petrograficznych, można się zadowolnić sprawdzeniem, czy nikole są dobrze skrzyżowane, soczewka oczna okularu prawidłowo nastawiona na skrzyżowanie nitek, a kierunki nitek mniej więcej zgodne z płaszczyznami drgań obu nikoli. Pozatem z katalogu należy odnotować sobie powiększenia, jakie dają wszelkie możliwe kombinacje obiektywów z okularami. Natomiast, jeśli

się ma na stałe pracować z tym samym mikroskopem, wykonując oznaczenia liczbowe, opłaca się zawsze poznać dokładnie wszystkie jego własności, t. j. oznaczyć odległości ogniskowe i położenia konstrukcyjnych płaszczyzn okularów i słabszych obiektywów oraz soczewki A m i c i 'e g o zapomocą łąwy optycznej, a silniejszych obiektywów zapomocą samego mikroskopu; następnie oznaczyć położenie wszystkich tych układów optycznych w mikroskopie. Ponadto trzeba poznać aperturę obiektywów, przyrządu oświetlającego i nikoli. Ostatecznym wynikiem tych wszystkich badań powinno być zupełne zrozumienie schematu powstawania obrazów ortoskopowych i konoskopowych i umożliwienie graficznego i rachunkowego rozwiązywania zadań z tej dziedziny. Takie oznaczenia są jednocześnie doskonałą szkołą optyki geometrycznej. Wszelkie wskazówki co do ich wykonywania znajdują się w części pierwszej tomu pierwszego Fizjografji Rosenbuscha-Wülfinga (por. str. 449) i w pracy E. A. Wülfinga o mikroskopie mineralogicznym (por. str. 451).

Przysposobienie mikroskopu do dokładnych badań składa się z następujących czynności:

1) dokładnego skrzyżowania obu nikoli, które uskutecznią się za pośrednictwem nakładanego analizatora przez oznaczenie położenia jego skrzyżowania z analizatorem wsuwany, a potem z polaryzatorem;

2) uzgodnienia kierunku jednej z nitek okularu z płaszczyzną drgania jednego z nikoli i dokładnego oznaczenia pozostałego drobnego błędu. Do wykonania tej poprawki można użyć cieniutkich kryształków kwarcu, płytki anhydrytowej, bliźniaka gipsu lub wreszcie zwykłego odłupka gipsu. Okular musi być zbudowany w ten sposób, aby można było obracać czy to pierścieni, na którym leżą skrzyżowane nitki, czy też, jak w nowym modelu Wülfinga, całą oprawę okularu;

3) oznaczenia wielkości przesunięcia odpowiadającego obrotowi o jedną podziałkę śruby mikrometrycznej podnoszącej i opuszczającej rurę mikroskopu, jak również śrub krzyżowych stolika, o ile je mikroskop posiada, i wogóle wszelkich przyrządów śrubowych mierniczych (okulary śrubowe, dwuśrubowy okular mikrometryczny Wrighta i t. p.);

4) oznaczenia wartości jednej podziałki skali okularu mikrometrycznego dla różnych obiektów;

5) oznaczenia powiększenia dla różnych kombinacji obiektów i okularów;

6) oznaczenia t. zw. stałej Mallarda do pomiarów kąta osi optycznych, (najlepiej zapomocą nowego apertometru miko-
wego E. A. Wülfiga ¹⁾);

7) oznaczenia wartości podziałek kompensatora Babineta lub innego (kompensator Nikitina, Berka, komparator Michel-Lévy'ego i t. d.);

8) sprawdzenia położenia osi mechanicznych i optycznych.

Mikroskopowe badania optyczne rozwinęły się w mineralogji w dwóch kierunkach: jeden z nich polega na połączeniu obserwacji ortoskopowych z konoskopowemi, przyczem zwraca się baczna uwagę na wyzyskanie danych liczbowych otrzymanych z pomiarów konoskopowych. Wyrazem tych usiłowań są takie przyrządy jak stolik Beckego, dwuśrubowy okular mikrometryczny Wrighta, okular Tertscha i t. d., które służą do oznaczania położenia osi optycznych i mierzenia ich kąta w dowolnych przekrojach minerałów. W metodzie Beckego rysuje się cienie obrazu konoskopowego (izogiry) zapomocą przyrządu Abbego do rysowania na osobnym okrągłym stoliku umieszczonym obok mikroskopu i dającym się obracać synchronicznie ze stolikiem mikroskopu; w okularze Wrighta oznaczamy położenie izogir w polu widzenia okularu zapomocą mikrometrów lub skali kwadratowej. Okular Tertscha różni się od przyrządu Beckego tem, że obraz osiowy ukazuje się wprost na matówce, gdzie go można odrysować.

Przedstawicielem drugiego kierunku jest E. Fedorow, który całkowicie ogranicza się do badań ortoskopowych, przeprowadza je jednak, nachylając preparaty we wszelkich kierunkach na specjalnie w tym celu skonstruowanych stolikach. Metodę Fedorowa opracował W. Nikitin (por. Bibliogr. str. 452). Polega ona w zasadzie na tem, że obracając i nachylając pre-

¹⁾ Sitzungsberichte d. Heidelb. Akad. d. Wiss. Mathem.-naturwiss. Kl. Abt. A., 1917, Abh. 2.

parat minerału w różnych kierunkach możemy ustalić bezpośrednio położenie przekrojów elipsoidy optycznej badanego minerału w stosunku do płaszczyzny płytki oraz zmierzyć kąt osi optycznych i oznaczyć cechę optyczną. Szczególniej zajmującą przedstawia się badanie zawitych praw bliźniaczych skaleń tą metodą.

Do metody Fedorowa nadaje się każdy mikroskop, którego statyw jest dość duży na to, aby można było przysrubować do stolika mikroskopu stół Fedorowa. Istnieje i specjalny model mikroskopu, skonstruowany przez C. Leissa z na stałe wprawionym ruchomym stolikiem i synchronicznym obrotem nikoli.

Metoda Fedorowa posiada wiele stron praktycznych, o ile w jej stosowaniu nie posuwać się zbyt daleko — aż do zupełnego pominięcia metod konoskopowych. Trzeba znać obie te metody a stosować tę, która w danym przypadku lepiej się nadaje do danego zagadnienia.

Lampy mikroskopowe. Badania w świetle spolaryzowanym wymagają naogół silniejszego oświetlenia, niż zwykłe mikroskopowanie, ponieważ nikole przepuszczają tylko część światła. Barwa światła użytego do oświetlenia nie jest również rzeczą obojętną, gdyż wpływa na odcień barw minerałów i ich barw interferencyjnych. Najlepszym oświetleniem jest światło dzienne odbite od białych obłoków; słabsze znacznie i błękitnawe światło daje sam błękit nieba. Jeżeli zachodzi potrzeba prowadzenia badań przy świetle sztucznym, należy o ile możności uczynić je podobnym do dziennego. Do tego celu najlepiej nadają się elektryczne lampy mikroskopowe, które zwykle oświetlają samo tylko lustro mikroskopu. Są one zaopatrzone w odpowiednie szkła matowe i niebieskie, za pomocą których można osiągnąć pożądane światło białe. Bardzo praktyczny model małej lampy z żarówką skonstruowała Tine Tammes.¹⁾ Do mikrografii używa się małych lamp łukowych z ręczną regulacją.

Przyrządy do rysowania. Najbardziej rozpowszechniony przyrząd do rysowania Abbego składa się z t. zw. sześcianu Abbego, lustra ustawionego pod kątem 45° i przymocowanego na odpowiednim ramieniu do górnej części rury mikroskopu i pod-

¹⁾ Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. 18, 1901, 280-285 i 29, 1912, 82-84.

stawki do przymocowania papieru rysunkowego na odpowiedniej wysokości. Przez sześcian Abbego widać jednocześnie i obraz mikroskopowy i powierzchnię papieru rysunkowego z końcem wodzonego po niej ołówka. Dzięki temu można łatwo odrysować kontury i szczegóły preparatu. Ciemne szkła, które można wprowadzić w bieg promieni służą do odpowiedniego zaciemniania papieru lub obrazu mikroskopowego.

Przyrząd Abbego stanowi również część składową aparatu Beckego do pomiarów konometrycznych.

Mikrofotografia. Mikrofotografia mineralogiczna nie jest naogół trudna, gdyż po większej części można się zadowolnić niezbyt silnymi powiększeniami. Głównymi warunkami powodzenia są: 1^o) wybór odpowiedniego miejsca w preparacie i nadanie stolikowi mikroskopu takiego położenia, aby szczegóły charakterystyczne (np. pasowa budowa skaleni, plamy pleochroityczne, ślady płaszczyzn łupliwości i t. d.) występowały o ile możności wyraźnie; 2^o) zabezpieczenie aparatu od wstrząśnień przy długotrwałej ekspozycji; 3^o) równomierne oświetlenie całego pola widzenia; 4^o) dokładne oznaczenie czasu ekspozycji zapomocą próbnych zdjęć; 5^o) szczelne zasłonięcie wszelkich szczelin i otworów w mikroskopie i aparacie.

Większe aparaty mikrofotograficzne zwykle leżą na poziomych ławach optycznych, mniejsze stoją pionowo nad mikroskopem. I jedno i drugie składają się z lampy z odpowiednią soczewką oświetlającą, mikroskopu polaryzacyjnego i zwykłej rozciąganej kamery fotograficznej.

Obiektywy mikroskopowe do zdjęć mikrofotograficznych bywają zwykle zaopatrywane w przesłony tęczówkowe. Do słabszych powiększeń można używać krótkoogniskowych obiektywów kinematograficznych, najsilniejsze robi się zapomocą obiektywów mikroskopowych w połączeniu z okularami. Ze względu na konieczność prawidłowego odtworzenia barw, w szczególności interferencyjnych, do zdjęć należy używać płyt ortochromatycznych.

Światło dzienne nie nadaje się do zdjęć, gdyż jego natężenie podlega zbyt wielkim wahaniom; o wiele lepiej jest stosować na stałe lampy łukowe, gdyż wtedy łatwiej nabrać wprawy w oznaczanie czasu ekspozycji.

6. REFLEKTOMETRY (REFRAKTOMETRY).

Jak już było zaznaczone powyżej, współczynniki załamania światła dają się oznaczać najdokładniej na gonjometrze metodą pryzmatu. Metoda ta zawodzi jednak w wielu przypadkach, np. kiedy minerał badany ma pokrój blaszkowy, doskonałą łupliwość albo występuje w zbyt małych ziarnach. W tych razach można skutecznie oznaczenie zapomocą reflektometru, przyczem używa się albo płytki lub blaszki badanego minerału, albo też, jeśli jej otrzymać niepodobna, — oznacza się na reflektometrze współczynnik załamania cieczy, której łamliwość została uprzednio uzgodniona z łamliwością minerału. Ta druga, pośrednia metoda jest znacznie mniej dokładna.

Zasadniczą częścią składową reflektometrów różnych konstrukcyj jest pryzmat lub półkula ze szkła silnie łamiącego światło; do nich przylega badana płytka, oddzielona tylko cienką warstwą silnie łamiącej światło cieczy. Chodzi tutaj o to, aby pomiędzy płytką danego minerału a szkłem reflektometru wytworzyć takie warunki, jakie napotyka światło przy przejściu z ośrodka optycznie gęstszego (szkło) do optycznie rzadszego (minerał) lub naodwrot, to jest zjawisko całkowitego odbicia światła. Na reflektometrach tego rodzaju badać można tylko substancje mające niższe współczynniki załamania niż szkło pryzmatu lub półkuli. Obserwuje się granicę w ośrodku gęstszym pomiędzy przestrzenią, do której mogą przenikać promienie z ośrodka rzadszego, a tą, gdzie mogą występować tylko promienie całkowicie odbite na granicy pomiędzy obu ośrodkami.

W małych, mniej dokładnych reflektometrach prostszej konstrukcji linia graniczna występuje na odpowiednio już podzielonej skali, na której bezpośrednio można odczytać współczynniki załamania; w większych, jak np. reflektometr Abbego z półkulą szklaną nastawia się na bieg promieni lunetę umieszczoną na obracającym kole z podziałkami, odczytuje kąt nachylenia i oblicza zeń współczynnik załamania.

Do oświetlenia reflektometru używa się światła monochromatycznego, ponieważ współczynniki załamania zmieniają się zależnie od długości fali świetlnej.

Reflektometr *Abbe* posiada również koło z podziałkami do obracania półkuli szklanej razem z badaną płytką; z pomiarów współczynników załamania w różnych azymutach można wyznaczyć graficznie całkowity przebieg krzywej odtwarzającej współczynniki łamania, a z niej obliczyć wszystkie trzy charakterystyczne współczynniki α , β i γ . Do oznaczania kierunków drgań światła służy tutaj analizator umieszczony na końcu lunety.

Metoda pośrednia, zwana imersyjną, polega na tem, że ziarna minerału zanurzamy pod mikroskopem w odpowiedniej cieczy i zmieniamy jej łamliwość przez rozrzedzanie odpowiednim rozpuszczalnikiem tak długo, dopóki nie stanie się niewidoczna granica pomiędzy ziarnami i cieczą t. j. dopóki przy nieznacznem podnoszeniu i opuszczaniu rury mikroskopu nie przestanie wędrować pomiędzy ziarnami a cieczą t. zw. linja świetlna *Beckego*. Współczynnik załamania przygotowanej w ten sposób cieczy mierzymy potem zapomocą reflektometru. Dla minerałów dwójłomnych ta metoda daje tylko średnią wartość współczynnika załamania, jest zatem znacznie mniej dokładna.

W metodzie imersyjnej można się nawet obchodzić bez reflektometru, jeśli się używa do zanurzania ziaren szeregu cieczy o oznaczonej poprzednio łamliwości i po odpowiednich próbach znajdzie ostatecznie ciecz, której łamliwość najmniej różni się od łamliwości badanego minerału.

7. KONOMETR I POMIARY KĄTA OSI OPTYCZNYCH.

Konometrem nazwał *E. A. Wülfing* przyrząd do mierzenia kąta osi optycznych. W zasadzie przyrząd taki składa się z dwóch systematów soczewek do światła zbieżnego, polaryzatora i analizatora oraz mechanizmu do prawidłowego nastawiania i obracania kryształu. Działanie konometru polega na tem, że jednobarwne światło przechodzi przez polaryzator, którego płaszczyzna drgań stoi pod kątem 45-stopniowym do poziomu, następnie przez pierwszy układ soczewek działający jako kondensator, przez płytkę minerału lub kryształ i wreszcie przez drugi układ soczewek i analizator (skrzyżowany z polaryzatorem) oraz dodatkowe soczewki odgrywające tutaj tę samą rolę, co soczewka *Ami-*

ciego-Bertranda i okular w mikroskopie. Powstaje obraz konoskopowy, odpowiadający danemu położeniu płytki lub kryształu. Do pomiaru kąta osi optycznych, jeśli występują one na tej samej płaszczyźnie płytki lub ścianie kryształu, należy ustawić badany minerał w ten sposób, aby płaszczyzna osi optycznych leżała poziomo, a prostopadle do osi obrotowej przyrządu. Przez obrót osi można wtedy nastawić obie hyperbole obrazu osiowego na skrzyżowanie nitek lunety i z odczytanych podziałek koła obliczyć kąt pozorny osi optycznych. O ile kąt ten jest duży, należy go mierzyć w cieczach silnie łamiących światło; w tym celu zanurzamy kryształ lub płytkę badaną do naczynia szklanego z równoległymi ścianami zawierającego odpowiednią ciecz.

Konometr skonstruowany przez E. A. Wülfinga pozwala zmieniać powiększenia lunety w granicach od 2 do $\frac{1}{8}$ i posiada specjalne urządzenie do autokolimacji¹⁾, które umożliwia mierzenie kątów pomiędzy ścianami kryształów a osiami optycznymi. Dzięki temu można oznaczać kąty pomiędzy osiami optycznymi występującymi na różnych ścianach kryształu.

Do szlifowania preparatów używanych do tych pomiarów służą omówione już powyżej aparaty szlifierskie.

8. ŚWIATŁO JEDNOBARWNE I MONOCHROMATORY.

Do badania wszystkich tych własności optycznych, które się zmieniają zależnie od długości fali użytego światła (spółczynniki załamania, kierunki wektorów i osi optycznych) stosujemy światło jednobarwne (monochromatyczne). O ile możemy się zadowolnić trzema charakterystycznymi barwami, czerwoną, żółtą i zieloną, to zabarwiamy poprostu płomień palnika Bunsena wprowadzając doń na drucie platynowym perłę siarczanu litu ($\lambda = 670.8$), węglanu sodu ($\lambda = 589.3$), lub siarczanu talu ($\lambda = 535.1$). Jeżeli zaś chodzi o wytworzenie całego szeregu barw, należy posługiwać się t. zw. monochromatorami, rozkładającymi światło słoneczne lub

¹⁾ Autokolimacją nazywamy operację prostopadłego ustawienia płaszczyzny odbijającej światło do osi optycznej przyrządu. Polega ona na uzgodnieniu skrzyżowania nitek w okularze z obrazem tego krzyża otrzymanym przez odbicie w płaszczyźnie preparatu.

łamy kwarcowo-rtęciowej. Monochromator składa się ze szczeliny, przez którą wchodzi światło, a która jest umieszczona w odległości ogniskowej od soczewki, dwóch pryzmatów lub jednego pryzmatu złożonego dającego widmo świetlne i wreszcie drugiej soczewki oraz szczeliny dla wychodzącego światła jednobarwnego. Pryzmaty dają się obracać zapomocą śruby mikrometrycznej. Do oświetlania promieniami słonecznymi używa się *heliostatu* regulowanego ręcznie. Do skalibrowania monochromatora służą linie Fraunhofera w widmie słonecznym; znajdujemy, jakie położenia śruby mikrometrycznej odpowiadają poszczególnym linjom i, wykreśliwszy odpowiednią krzywą, możemy z jej pomocą łatwo nastawić monochromator na każdą długość fali.

Lampa kwarcowo-rtęciowa daje szereg charakterystycznych linii, z których najważniejsze mają $\lambda = 615.2, 579.0, 576.9, 546.1, 435.9$ i 407.8 .

B. Bibliografia.

I. UWAGI OGÓLNE.

Podane poniżej wskazówki bibliograficzne mają na celu omówienie szeregu odpowiednich książek, niezbędnych do studjów i pracy naukowej, i wskazanie, jak studjujący ma z nich korzystać. Wykaz wyczerpującej bibliografji przekracza ramy Poradnika, a byłby zbyt obszerny i dlatego, że poczynając od starannie opracowanego podręcznika a kończąc na pracach specjalnych wszędzie znaleźć można cytaty, przy pomocy których można cofnąć się wstecz aż do pierwszych, nieraz klasycznych badań z dziedziny danego zagadnienia. Pozatem istnieją już bardzo szczegółowe bibliografje, obejmujące prace dawniejsze, a o nowszych informują stale czasopisma w dziale referatowym, lub specjalne czasopisma bibliograficzne. Trzeba więc tylko nauczyć się korzystać w odpowiedni sposób z tych źródeł. Z drugiej zaś strony przy ogłaszaniu drukiem własnych prac należy stale podawać szczegółowe cytaty i to tak, aby czytelnik mógł zawsze bez trudu sięgnąć do dzieł cytowanych. Trzeba pamiętać o tem, że tutaj każda niedokładność czy niedopatrzenie podrywają wiarę czytelnika wogóle w rzetelność wyników pracy i poglądów autora, który się ich dopuszcza.

Co do planu studjów z zakresu literatury mineralogicznej, to sędzę, że najlepiej jest je rozpoczynać od dzieł współczesnych, zostawiając na później zapoznanie się z dziełami mającemi obecnie już tylko wartość historyczną; studjowanie ich wymaga bowiem już dużego zapasu wiadomości o obecnym stanie zagadnień i dużej dozy krytycyzmu. Nie wynika stąd bynajmniej, żeby lekceważyć sobie dawne prace; przeciwnie, są one nieraz wprost klasyczne i niezmiernie interesujące z punktu widzenia metodyki; chodzi tylko o to, aby umieć je odpowiednio ocenić i wyznaczyć im w rozwoju nauki odpowiednie miejsce.

Natomiast pierwsze studja mają dać studjującemu *podstawy wiedzy*, t. j. pewien zarys całości odpowiadający jej współczesnemu stanowi, zarys, na tle którego ma się odbyć dalsze pogłębienie i uzupełnienie wiadomości. Doświadczenie wskazuje, jak wiele w późniejszych studjach zależy od tego, w jaki sposób zostały pozyskane pierwsze podstawy. W nowych książkach często i metody nauczania są lepiej przystosowane do współczesnej umysłowości, gdy tymczasem książka dawniejsza z natury rzeczy opiera się często na obcym nam już obecnie tle ówczesnych poglądów przyrodniczych. Poza tem trzeba mieć na względzie, że rozwój nauki niezawsze odbywa się drogą coraz to większej komplikacji; co pewien czas zjawia się nowa myśl przewodnia, która pozwala uporządkować rozproszone szczegóły i ująć je w łatwiejszą do zrozumienia i zapamiętania systematyczną całość. Np. dość porównać dawną systematykę mineralogiczną, według której zaliczano do tej samej grupy pierwiastek metaliczny wraz z jego wszystkiemi związkami, z systematyką obecną, opartą na równopostaciowości i coraz dalej idącą w kierunku uzasadnienia tej równopostaciowości zapomocą struktury; nie ulega żadnej wątpliwości, że jest ona znacznie łatwiejsza do opanowania pamięciowego niż systematyka dawniejsza.

Wskazówki bibliograficzne rozpoczynamy od podręczników, jako od pierwszych książek, które studjujący bierze do ręki, i dochodzimy poprzez dzieła specjalne niezbędne do pracy twórczej aż do literatury periodycznej bieżącej, której ciągły przyrost również „in statu nascendi“ przyswajać sobie należy.

2. PODRĘCZNIKI.

Przy studjowaniu podręczników trzeba stale pamiętać o tem, że mineralogja jest nauką przyrodniczą, a co za tem idzie, że główną rolę odgrywa w niej nie drukowane słowo lecz obserwacja przyrody. To też podręcznik nie ma być książką do potocznego czytania, lecz raczej przewodnikiem i doradcą przy obserwacji w przyrodzie, w muzeum i przy pracy laboratoryjnej. Ma on nas objaśniać i pouczać, wskazywać fakty i zależności, ale bynajmniej nie powinien mieć pretensji do tego, aby nam dać odczucie rzeczywistości. Ażeby się przekonać o prawdziwości tego twierdzenia, wystarczy porównać pojęcie, jakie powstaje w naszym umyśle po przeczytaniu rozdziału o jakiegokolwiek grupie minerałów z tem, jakiego nabywamy z bezpośredniej obserwacji, lub opis którejkolwiek metody z rzeczywistym przebiegiem jej zastosowania.

Przy studjach początkowych najlepiej jest, jak to już było zaznaczone we Wstępie ogólnym do Stopnia III-go, wziąć za podstawę jeden podręcznik i uzupełniać go w razie potrzeby odpowiedniami rozdziałami z innych lub z dzieł specjalnych, stale jednak do niego powracając. Uzupełnianie jest konieczne wtedy, gdy się trafi miejsce niedostatecznie zrozumiałe; zwykle bowiem po przeczytaniu tej samej rzeczy w różnych ujęciach przez dwóch autorów, znikają wszelkie wątpliwości. Niezależnie jednak od tego trzeba stale stosować do zdobytych wiadomości najlepszy próbiez, jakim jest ich równorzędne stosowanie.

To też widzimy, że w wyższych uczelniach oprócz wykładów z pokazami stale odbywają się ćwiczenia według zgóry określonego programu, a pracownie posiadają specjalne zbiory okazów do pomiarów krystalograficznych, oznaczania własności fizycznych, prób dmuchawkowych i mikrochemicznych i wreszcie do oznaczania minerałów na podstawie cech zewnętrznych.

Ćwiczenia pomagają bardzo do zapamiętania tego, czego studjujący nauczył się z podręcznika. Można śmiało powiedzieć, że ze wszystkiego co się czyta po upływie pewnego czasu pozostaje w pamięci przedewszystkiem to, co się jednocześnie przeobraża lub ogląda dokładnie.

Podręczniki mineralogji uległy w ostatnich czasach znacznej ewolucji, której widomą oznaką jest fakt, że każde nowe wydanie tego samego podręcznika znacznie się różni od poprzedniego, a nowopowstające podręczniki różnią się od dawniejszych. Powodem tego zjawiska jest odbywający się obecnie ogromny rozwój mineralogji w związku z rozwojem nauk pomocniczych oraz cały szereg ulepszeń pedagogicznych, jakie zostały wprowadzone w ostatnich latach do wykładu. Największego przewrotu dokonały odkrycia na polu struktury minerałów. To też dawny skromny rozdział o sieci przestrzennej i budowie kryształów rozrasta się coraz bardziej w podręcznikach. Do wykładu krystalografji geometrycznej i fizycznej wprowadzono takie ulepszenia jak rzut stereograficzny i metody graficzne, do mineralogji chemicznej — wyniki badań fizycznochemicznych z doskonałą metodą wykresów, do pokładoznawstwa — genetyczną systematykę złóż, do systematyki — podział na grupy izomorficzne (równopostaciowe), obecnie już oparty na mocnej podstawie tożsamości albo podobieństwa struktur. Jednocześnie jednak z temi ułatwieniami, niezbędnymi do opanowania coraz to bardziej rozrastającego się przedmiotu, wzrastają wymagania i co do przygotowania z zakresu nauk pomocniczych i co do zasięgu samego przedmiotu. Tak np. obecnie trudnoby już było ustalić granicę pomiędzy mineralogją i petrografją, tak się już obie splotły w jedną całość. Cała kwestja genezy minerałów bowiem nie może być rozpatrywana bez omówienia ich najważniejszych skupień, jakimi są skały wybuchowe, osadowe, metamorficzne i gleby. Tak samo zatarła się granica pomiędzy mineralogją i krystalografją, gdyż podział kryształów na naturalne (minerały krystaliczne) i sztuczne nie ma właściwie zasadniczego znaczenia.

Jako najbardziej odpowiedni podręcznik, dający podstawy Stopnia III i szczęśliwie unikający przeładowania szczegółami, można polecić:

Gustav Tschermak. Lehrbuch der Mineralogie. 8-me wyd. opracowane przez Fr. Becke'go. Alfred Hölder, Wiedeń i Lipsk, 1921. Str. V + 752 (9-te wydanie wyszło w r. 1923).

Treść: Wstęp: 1. Mineralogja. 2. Podział. 3. Studjowanie mineralogji. Część ogólna.

I. Morfologja.

4. Kryształy i ciała krystaliczne. 5. Minerale bezpostaciowe. 6. Rozmiary osobników. 7. Kryształ. 8. Powstawanie kryształów. 9. Wzrost. 10. Prawidłowość postaci. 11. Stałość kątów. 12. Pomiar kryształów. 13. Pasy. 14. Prawo pasów. 15. Osie i parametry. 16. Prawo parametrów. 17. Rodzaje ścian. 18. Znakowanie. 19. Obrazy kryształów. 20. Rzuty schematyczne. 21. Prawo parametrów i prawo pasów. 22. Łączność pasów. 23. Obliczanie kryształów. 24, 25. Symetria. 26. Układy krystalograficzne. 27. Klasy krystalograficzne. 28. Hemi-morfizm. 29. Hemiedrja, tetartoedrja. 30. Postacie proste. 31. Symetria ścian. 32. Budowa kryształów. 33. Układ trójskośny. 34. Układ jednoskośny. 35. Układ rombowy. 36. Układ trygonalny. 37. Układ tetragonalny. 38. Układ heksagonalny. 39. Układ regularny. 40. Zrosty równoległe. 41. Kryształy bliźniacze. 42. Wykształcenie kryształów bliźniaczych. 43. Bliźniaki wielokrotne. 44. Przykłady. 45. Bliźniaki stopnia wyższego. 46. Kryształy naśladowcze (mimetyczne). 47. Zrost kryształów różnorodnych. 48. Pokrój i wykształcenie kryształów. 49. Zakłócenia wzrostu. 50. Mikrolity. 51. Badania mikroskopowe. 52. Powierzchnia kryształów. 53. Ściany wycinalne. 54. Ściany pozorne. 55. Ściany krzywe. 56. Wnętrze kryształów i osobników wogóle. 57. Próżnie. 58. Wrostki. 59. Wrostki mikroskopowe. 60. Zawartość wrostków. 61. Minerale jako wrostki. 62. Wrostki jako barwiki. 63. Zrosty. 64. Grupy kryształów. 65. Szczotki kryształów. 66, 67. Kształty minerałów krystalicznych. 68. Kształty minerałów bezpostaciowych. 69. Pseudomorfozy. 70. Skamieliny.

II. Mineralogja fizyczna.

71. Własności fizyczne. 72. Sprężystość. 73. Spójność. 74. Wytrzymałość. 75. Łupliwość. 76. Płaszczyzny łupliwości. 77. Specjalne przypadki łupliwości. 78. Zbliżniczenie pod wpływem ciśnienia. 79. Płaszczyzny przesunięcia (translacji). 80. Płaszczyzny spękań powstające od ciśnienia lub uderzenia. 81. Przełam. 82. Twardość. 83. Sklerometr. 84. Wytrawianie. 85. Figury wytrawione. 86. Wytrawianie naturalne. 87. Rozpadanie się na proszek. 88. Własności optyczne. 89. Odbijanie światła. 90. Asteryzm i migotliwość. 91. Połysk. 92. Przezroczystość. 93. Załamywanie światła pojedyncze. 94. Odbicie całkowite. 95. Oznaczenie współczynnika załamania. 96. Rozpraszanie barw. 97. Absorbacja. 98. Barwy. 99. Zmienność barw. 100. Minerale barwne i zabarwione. 101. Rysa. 102. Interferencja. 103. Barwy naleciałe. 104. Ugięcie się światła. 105. Barwy ośrodków mętnych. 106. Polaryzacja. 107. Polaryzacja przy załamaniu się światła. 108. Płytki turmalinowa. 109. Podwójne załamanie światła. 110. Kryształy jeduosiowe. 111. Kryształy dwuosiowe. 112. Powierzchnia fali kryształów dwuosiowych. 113. Zachowanie się w świetle spolaryzowanym. 114. Pryzmat Nicola. 115. Ortoskop. 116. Poznawanie dwójłomności. 117. Kierunki zaćmienia. 118. Główne współczynniki załamania. 119. Zjawiska w płytkach cienkich. 120. Dodawanie i odejmowanie barw interferen-

cyjnych. 121, 122. Obrazy interferencyjne. 123. Dyspersja osi optycznych. 124. Pomiary kąta osi optycznych. 125, 126. Oznaczanie charakteru dwój-
 łomności. 127. Wielobarwność (pleochroizm). 128. Obrazy osiowe absorbcyjne. 129. Polaryzacja obrotowa. 130. Zjawiska optyczne w poszczególnych układach
 krystalograficznych. 131. Zjawiska optyczne w bliźniakach i kryształach
 naśladowczych. 132. Zmiany własności optycznych pod wpływem ciśnienia
 i rozciągania. 133. Kryształy anomalne. 134. Zjawiska optyczne zależne od
 budowy skupień krystalicznych. 135. Fluorescencja i fosforescencja. 136. Pro-
 mieniowanie ciepła. 137. Przewodnictwo ciepła. 138. Działanie ciepła na kry-
 ształy. 139. Zmiany zjawisk optycznych pod wpływem zmian temperatury. 140. Topliwość i parowanie. 141. Własności elektryczne. 142. Piroelektryczność.
 143. Galwanizm. 144. Promienie Roentgena. 145. Symetria obrazów interferen-
 cyjnych. 146. Spektrometr Bragga do promieni Roentgena. 147. Promienie
 Becquerela, promieniotwórczość. 148. Magnetyzm. 149. Symetria zjawisk fizycz-
 nych w kryształach. 150. Oznaczanie ciężaru właściwego. 151. Metoda cieczy
 ciężkich.

III. Mineralogja chemiczna.

152. Własności chemiczne. 153. Pierwiastki. 154. Badanie drogą suchą.
 155. Badanie drogą mokrą. 156. Reakcje na lakmus. 157. Rozpoznawanie części
 składowych w prostszych przypadkach. 158. Analiza mikrochemiczna. 159. Ozna-
 czenia wagowe. 160. Prawo stosunków wagowych. 161. Hipoteza atomistyczna.
 162. Ciężar cząsteczkowy. 163. Ciężar atomowy. 164. Wzory chemiczne.
 165. Reakcje. 166. Związki wodoru. 167. Związki chloru. 168. Związki tlenu.
 169. Kwasy. 170. Podział kwasów. 171. Związki siarki. 172. Sole. 173. Sole
 kwaśne i zasadowe. 174. Skład chemiczny i budowa kryształów. 175. Woda
 krystalizacyjna. 176. Związki cząsteczkowe. 177. Obliczanie wzorów. 178. Wielo-
 postaciowość (polimorfizm). 179. Równopostaciowość (izomorfizm). 180. Podo-
 bieństwo atomistyczne. 181. Pierwiastki izomorficzne. 182. Morfotropja. 183. Mie-
 szaniny równopostaciowe. 184. Własności kryształów mieszanych. 185. Zmiana
 kątów w kryształach mieszanych. 186. Własności optyczne kryształów miesza-
 nych. 187. Topliwość kryształów mieszanych. 188. Wykształcenie kryształów
 mieszanych. 189. Teoria kryształów mieszanych. 190. Kryształy pozornie jedno-
 rodne. 191. Odtwarzanie związków. 192. Badania stopów. 193. Powstawanie
 minerałów z roztworów.

IV. Pokładoznawstwo. (topika minerałów).

194. Występowanie minerałów. 195. Rozpowszechnienie. 196. Parage-
 neza (wspólne występowanie). 197. Kolejność powstawania. 198. Rodzaje
 występowania. 199. Skąły i złoża. 200. Części składowe. 201. Kształty złóż.
 202. Szczeliny i spękania ciosowe. 203. Naskorupienia i masy wypełniające.
 204. Składy i gniazda. 205. Wsiąki. 206. Utwory kontaktowe. 207. Skąły
 lite. 208. Skąły osadowe. 209. Wapienie. 210. Łupki krystaliczne. 211. Po-
 wietrze. 212. Woda. 213. Rozpuszczająca działalność wody. 214. Woda rzek
 i potoków. 215. Woda morska.

V. *Nauka o powstawaniu minerałów (minerogenja).*

216. Metody. 217. Powstawanie i zagłada. 218. Wzrastanie różnorodności składu skorupy ziemskiej. 219. Sposoby powstawania. 220. Produkty zastygania. 221. Skały wybuchowe, łupki krystaliczne i skały kontaktowe. 222. Powstawanie ze stanu gazowego (pneumatoliza). 223. Roztwory. 224. Rozpuszczalność minerałów w wodzie. 225. Powstawanie osadów. 226. Osady źródeł. 227. Utwory głębinowe. 228. Wydzielanie się z wód zaskórnych. 229. Powstawanie minerałów w jeziorach i w morzu. 230. Powstawanie minerałów za sprawą organizmów. 231. Przeobrażanie się minerałów. 232. Rozkład. 233. Pochłanianie i wydzielanie. 234. Wymiana. 235. Strącanie. 236. Znaczenie pseudomorfoz. 237. Ich podział. 238. Powstawanie skamieniałości. 239. Zmiana budowy. 240. Przeobrażanie się minerałów w skałach. 241. Wietrzenie. 242. Usuwanie. 243. Krążenie materji.

VI. *Systematyka.*

244. Porównywanie, odróżnianie. 245. Układy sztuczne. 246. Układ naturalny. 247. Związek genetyczny. 248. Własności istotne. 249. Rodzaj i gatunek. 250. Podział mieszanin. 251. Grupowanie rodzajów. 252. Grupy naturalne. 253. Rzędy i gromady. 254. Klasyfikacja chemiczna. 255. Układ, przyjęty w szczegółowej części dzieła. 256. Charakterystyka. 257. Nomenklatura.

Część szczegółowa.

I. Pierwiastki. II. Lampryty. III. Tlenki. IV. Spinelowce. V. Sylikoidy. VI. Saletrowce. VII. Gipsowce. VIII. Solowce. IX. Węglowce.

Dodatek. Części składowe meteorytów.

Książka Tschermaka należy do klasycznego typu podręczników niemieckich. Pierwszy rozdział, znacznie ulepszony w porównaniu z dawniejszemi wydaniem, poświęcony jest morfologii i krystalografji geometrycznej. Dużo miejsca zostało poświęcone takim zjawiskom morfologicznym jak pokrój kryształów, zrosty, wrostki, kształty minerałów krystalicznych i bezpostaciowych i t. d., słowem wszystkie te zjawiska, które są istotne dla mineralogji a wybiegają poza obręb samego schematu krystalografji geometrycznej. Potem następuje mineralogja fizyczna ze szczególnem uwzględnieniem optyki krystalograficznej. Tutaj wydawca F. Becke ma sposobność do zastosowania własnych ulepszonych metod wykładu jak skiodromy, wykresy, i t. p., co w znacznej mierze ułatwia zrozumienie przedmiotu. Trzy paragrafy zostały poświęcone przystępnemu omówieniu podstaw badań roentgenometrycznych. W mineralogji chemicznej słusznie został

położony duży nacisk na zjawiska równopostaciowości i na kryształy mieszane, jak wogóle na całą stronę fizyko-chemiczną zagadnień mineralogicznych. Ostatnie dwa rozdziały mineralogji ogólnej poświęcone są krótkiemu wykładowi pokładoznawstwa i nauki o powstawaniu minerałów.

Mineralogja systematyczna składa się z krótkiego wstępu o zasadach klasyfikacji, poczem następuje szczegółowy opis najważniejszych minerałów według rodzajów i gatunków. Tę część dzieła należy bezwarunkowo studjować na okazach w zasobnem muzeum, mając przytem pod ręką i atlas geograficzny; do samego tylko czytania nie nadaje się ona zupełnie wobec encyklopedycznego układu. Ta uwaga dotyczy wogóle części szczegółowej i w innych podręcznikach.

Podręcznik G. Tschermaka ma jedną jeszcze niezmiernie ważną zaletę: daje on pojęcie o całokształcie mineralogji, nie wzbudzając jednocześnie w studjującym przekonania, że przedmiot został wyczerpany całkowicie i że nic już nie pozostało do zrobienia. Szereg notatek bibliograficznych ułatwia zapoznanie się zarówno z historją każdego działu, jak i z jego obszerniejszemi opracowaniami.

Polskie tłumaczenie 5-go wydania z roku 1896 wyszło z pod pióra prof. J. Morozewicza p. t.

G. Tschermak. Podręcznik mineralogji. Z piątego wydania niemieckiego przełożył, uzupełnił i przedmową historyczną opatrzył Józef Morozewicz. Wydanie Kasy imienia D-ra Józefa Mianowskiego. Warszawa, 1900, str. XXXIX + 702.

O ile w części ogólnej trudnoby było obecnie obejść się bez uzupełnień uwzględniających ostatnie zdobycze mineralogji, o tyle znów część poświęcona mineralogji opisowej w wydaniu polskiem ma dla czytelnika polskiego nieocenioną wartość. Tłumacz dodał bowiem do oryginału cały szereg cennych wiadomości o występowaniu minerałów w Polsce, których niema w żadnym innym podręczniku. Ponadto zawiera polskie wydanie jako wstęp starannie opracowany zarys historyczny rozwoju mineralogji w Polsce, a jako dodatek spis minerałów zebranych w Polsce przez J. B. Puschę i znajdujących się obecnie w muzeum Zakładu Geologicznego Uniwersytetu Warszawskiego.

Język tłumaczenia jest wzorowy, przyczem należy wziąć pod uwagę, że tłumacz musiał często tworzyć własne wyrazy i zwroty.

Niestety, polskie wydanie mineralogji *Tschermaka* jest już oddawna całkowicie wyczerpane w handlu księgarskim i z tego powodu poza bibliotekami dla studujących niedostępne.

Na tym samym mniej więcej poziomie stoi drugi z bardziej rozpowszechnionych niemieckich podręczników:

A. Klockmann. *Lehrbuch der Mineralogie*. 7 i 8 wydanie, Stuttgart, Enke, 1920, str. XI + 667 (w r. 1923 wyszło wydanie 9/10).

Krystalografja opracowana dobrze, natomiast mineralogja fizyczna, a szczególnie optyka, pozostawia nieco do życzenia co do równomierności poziomu wykładu. Brak rozdziału o strukturze minerałów. Natomiast dobrze opracowany jest rozdział o pokładoznawstwie. Cennym dodatkiem do książki jest osobne zestawienie minerałów pożytecznych i tablice do oznaczania minerałów, zawierające 250 najpospolitszych gatunków. Dzieło to można polecić samoukowi narówni z podręcznikiem *Tschermaka*, a w każdym razie warto przeczytać z niego rozdział o pokładoznawstwie.

Mniejszą znacznie wartość ma już obecnie trzeci obszerniejszy podręcznik niemiecki, który dawniej cieszył się równą wziętością co podręczniki *Tschermaka* i *Klockmanna*:

Naumann-Zirkel. *Elemente der Mineralogie*, begründet von Carl Friedrich Naumann, 15-te neu bearbeitete und ergänzte Auflage von Ferdinand Zirkel. Lipsk, Engelmann 1907, str. XI + 821.

Część krystalograficzna tego podręcznika nie stoi już dziś na wysokości zadania, gdyż przy wprowadzaniu 32 klas krystalograficznych *Zirkel* zachował jeszcze *Naumannowską* koncepcję holodrii, hemidrii i hemimorfji, zamiast uznać według zdania *Grotha* zupełną równorzędność wszystkich klas. Znakowanie krystalograficzne *Naumanna*, którego znajomość jest wprawdzie potrzebna krystalografowi i mineralogowi do orjentowania się w dawniejszych pracach, ale które musiało ustąpić znakowaniu *Millera*, również nie powiększa wartości książki; w nowszych wydaniach zresztą *Zirkel* wprowadził dodatkowo i znakowanie *Millera*.

Również i mineralogja fizyczna i chemiczna pozostawiają wiele do życzenia; natomiast mineralogja specjalna (systematyka) opracowana encyklopedycznie i zaopatrzona obficie w rysunki stanowi najcenniejszą część dzieła.

Jako dodatek podane są rzadkie lub niepewne minerały w porządku alfabetycznym.

Całe dzieło może raczej, i to w dawniejszych wydaniach, opracowanych przez samego Naumanna, zająć specjalistę, któryby chciał poznać kierunek jego szkoły, niż początkującego.

Również mniej odpowiedni jest podręcznik:

Max Bauer. Lehrbuch der Mineralogie, którego drugie i ostatnie wydanie okazało się w r. 1904. (str. XII i 924). Jest ono cenne o tyle, że zawiera spis dawnej literatury począwszy od r. 1772. Pozatem traktowanie nauk pomocniczych jest już przestarzałe.

Podręczniki *francuskie* różnią się od niemieckich szczególnie co do wykładu zasad krytalografji i systematyki. Krytalografja opiera się przedewszystkiem na własnościach sieci przestrzennych, co pozwala następnie łatwo przejść do zasadniczych hipotez krytalograficznych. Co do ścisłości dowodzeń krytalograficznych podręczniki francuskie stoją naogół wyżej od niemieckich i zawierają więcej wywodów matematycznych. Pewną trudność stanowi znakowanie A. Lévy'ego, obok którego w ostatnich czasach jednakże bywa podawane i znakowanie Millera.

Systematyka francuska kroczy również odmiennemi drogami: minerały dzielą się przedewszystkiem według charakteru złóż, w których występują. L'apparent np. rozpoczyna systematykę od podziału minerałów na 4 wielkie grupy, a mianowicie:

- 1) minerały skałotwórcze;
- 2) minerały złóż mineralnych;
- 3) minerały metaliczne;
- 4) minerały palne.

W obrębie pierwszej grupy dalszy podział jest nawskroś petrograficzny: na składniki skał kwaśnych, zasadowych i metamorficznych, dalej na składniki istotne i akcesoryczne i t. d. Natomiast druga grupa podzielona jest podobnie jak w systematyce niemieckiej na tlenki, aluminiiany, azotany, borany, węglany, siarczany, fosforany i t. d. i wreszcie sole haloidowe metali lekkich. Grupa trzecia, *minerałów metalicznych* dzieli się na

- 1) *mineralizatory*, t. j. ciała, w połączeniu z którymi większość metali przybiera postać kruszców jak siarka, arsen, antymon i t. d.

2) *kruszcze*, które dzielą się dalej na metale rodzime, siarczki, arsenki, antymonki, metale utlenione i t. d.

Grupa czwarta zawiera węgiel i jego odmiany, węglowodory, związki utlenione w większym lub mniejszym stopniu i wreszcie sole organiczne.

Przy tej sposobności należy zaznaczyć, że ten genetyczny podział, na który szkoła francuska kładzie taki nacisk, daje się do pewnego stopnia przeprowadzić i na tle systematyki chemicznej. Dowodem tego jest następujące zestawienie z podręcznika P. Nigglego (por. niżej).

- | | |
|--|--|
| I. Pierwiastki, | } często typowe dla złóż kruszczowych. |
| II. Związki metali z <i>S, Se, Te, As, Sb, Bi</i> , | |
| III. Tlenki, wodorotlenki, spinele, | |
| IV. Borany, | } przeważnie |
| V. Węgłany, azotany, | |
| VI. Solowce, | } w związku ze skałami osadowymi. |
| VII. Siarczany, sole podwójne siarczano-chlorowcowe, | |
| VIII. Chromiany, wolframiany, molibdeniany, uraniany, | } często pochodzenia hydrotermalnego lub pneumatolitycznego. |
| IX. Fosforany, arseniany, wanadyniany i pokrewne, | |
| X. Tantalany, niobiany, | } |
| XI. Tak zwane tytaniumy, cyrkoniany, torany, | |
| XII. Krzemiany, występują w skałach wybuchowych i metamorficznych. | |

Z podręczników francuskich można polecić przedewszystkiem nowy i dobrze opracowany:

H. Buttgenbach. *Les minéraux et les roches. Études pratiques de cristallographie, pétrographie et minéralogie.* 2 wyd. Paryż, Dunod, 1919. str. XX + 552. Cena 37 fr. 50.

Treść: *Własności minerałów:* Skład chemiczny. Krystalografia geometryczna i optyka. Własności magnetyczne i elektryczne. Działanie promieni *X* na kryształy. Promieniotwórczość. Izomorfizm. Polimorfizm. Oznaczenie minerałów. *Petrografia:* Skały. Meteoryty. Złoża mineralne. *Opis minerałów. Metalogenja.*

Z dawniejszych stoją na pierwszym miejscu dwa podręczniki:

A. de Lapparent. *Cours de minéralogie.* 4-ème édition. Paris, Masson et Cie, 1908. Str. XX + 756.

Fred. Wallerant. *Traité de minéralogie.* Paris, Librairie Polytechnique Baudry et Cie, 1891. Str. 459.

Po ich przestudjowaniu należy jednak koniecznie uzupełnić te działy, których one jeszcze zawierać nie mogły.

Z podręczników *angielskich* zasługuje na uwagę

H. A. Miers. *Mineralogy, an Introduction to the Scientific Study of Minerals*. London, Macmillan and Co. 1902. Str. XVIII + 584.

Tłumaczenie francuskie O. Chemin'a wyszło w r. 1906 p. t.

H. A. Miers. *Manuel pratique de minéralogie, introduction à l'étude scientifique des minéraux*. Paris et Liège, Librairie Polytechnique. 1906. Str. IV + 685.

Mineralogja Miersa ma mniejszy zakres niż podręczniki niemieckie, gdyż brak w niej zupełnie nauki o powstawaniu minerałów. Wogóle cały ten podręcznik nie zdradza związku pomiędzy mineralogją sensu stricto a innemi naukami mineralogicznemi jak petrografja i nauka o złożach. Mineralogja Miersa ogranicza się głównie do pracowni uczonego i muzeum mineralogicznego. Sam autor zresztą podkreślił poniekąd tę cechę książki w przedmowie do wydania francuskiego, mówiąc: „ce volume a pour objet de servir de guide à ceux qui désirent comprendre ce qu'on entend par l'étude scientifique des minéraux“.

Po tych zastrzeżeniach należy przyznać, że wykład jest łatwy i uprzyętniony zapomocą bardzo pomysłowych schematów, w których ujawnia się duże doświadczenie pedagogiczne autora. Prawdziwą ozdobę książki stanowią wzorowe i bardzo liczne ilustracje (716 rysunków i 2 tablice kolorowe), pomiędzy któremi są fotografie i artystyczne rysunki całych okazów mineralogicznych.

Podręczniki *amerykańskie* zajmują znów specjalne miejsce w szeregu. Cechuje je naogół pewna dążność do popularyzacji i naginania tematu do celów praktycznych, często kosztem pomijania rzeczy istotnych. Prowadzi to do nieściśłości zawsze wtedy, kiedy dopiero trudniejsze ujęcie kwestji daje całkowity obraz, a więc przedewszystkiem w krystalografji. Nie ulega jednak wątpliwości, że dzięki właśnie tej tendencji podręczniki amerykańskie są łatwiejsze od innych.

Jako taki typowy dla literatury amerykańskiej podręcznik, o poziomie pośrednim pomiędzy Stopniem II-m i III-m, dający raczej wyższe początki niż podstawy, można polecić

E. H. Kraus and W. F. Hunt. *Mineralogy. An Introduction to the Study of Minerals and Crystals.* New-York, Mc. Graw-Hill, 1920. Str. 561.

Wyższy poziom ma podręcznik

E. S. Dana. *A Text-Book of Mineralogy with an extended Treatise on Crystallography and Physical Mineralogy.* 3 wyd. opracował i rozszerzył William E. Ford. New York, John Wiley and Sons, 1922, str. 720, którego mniej więcej połowa poświęcona jest krystalografii i mineralogii ogólnej, a druga połowa mineralogii opisowej. Wadę tego podręcznika stanowi szczupłość miejsca udzielonego mineralogii chemicznej i brak całych działów jak translacja, promieniotwórczość, geneza i t. d. Stąd wynika, że studując ten podręcznik niepodobna obejść się bez poważnych uzupełnień.

Bardzo starannie, ale również niewyczerpująco opracowany jest podręcznik

A. H. Phillips. *Mineralogy. An Introduction to the Theoretical and Practical Study of Minerals.* New York, Macmillan. 1912, str. VIII + 699, zaopatrzony równie bogato w rysunki i fotografie, jak podręcznik Miersa i zawierający wskazówki do analizy dmuchawkowej i tablice do oznaczania minerałów.

Z podręczników rosyjskich można wymienić:

A. W. Nieczajew. *Krystalografija geometriczeskaja, fiziczeskaja i fiziko-chimiczeskaja.* 2 wyd. Kijów 1909, str. 246. oraz tegoż autora *Minerałogja*, Kijów. 1908, str. 326.

G. Lebedew. *Uczebnik minerałogji*, Petersburg 1907, str. 678 (zawiera samą mineralogję szczegółową).

W. I. Wernadskij. *Minerałogja.* 3-e wyd. t. I. (litogr.). Moskwa 1910. t. II Moskwa 1912, str. 526 (nieukończona). zawiera mineralogję ogólną (bez krystalografii) i część szczegółowej, a mianowicie pierwiastki, siarczki, tlenki i krzemiany.

Po przestudjowaniu pierwszego podręcznika i po zapoznaniu się z podstawami petrografii, a również po odrobieniu starannem ćwiczeń praktycznych, trzeba dążyć do pogłębienia wiadomości przez studjowanie dzieł specjalnych i czytanie czasopism, starając się jednocześnie zdać sobie sprawę z tego, który specjalny dział mineralogji najbardziej pociąga studującego. Pod-

ręcznik schodzi teraz do roli małej encyklopedii podręcznej, po którą sięga się w razie jakichś trudności. Dobrze jest jednak od czasu do czasu przestudjować ponownie ten lub inny dział i ocenić go z nowego punktu widzenia. Lepiej jeszcze użyć do tego celu podręcznika o wyższym poziomie, stawiającego większe wymagania co do przygotowania czytelnika.

Takim podręcznikiem jest dzieło uczonego szwajcarskiego P. Niggli. *Lehrbuch der Mineralogie*. Berlin, Bornträger. 1920, str. XII + 694.

Treść: Wstęp. Ogólne własności kryształów: krytalografja geometryczna (morfologja), fizyka kryształów, chemja kryształów. Własności t. zw. minerałów bezpostaciowych. Powstawanie i wspólne występowanie minerałów: pseudomorfozy, złoża minerałów i ich powstawanie. Złoża i paragenezy magmatyczne, osadowe i metamorficzne. Literatura. Spis minerałów. Skorowidz miejscowości. Skorowidz rzeczowy.

Jest to obszerne opracowanie samej tylko mineralogji ogólnej. Wiadomości, które w zwykłych podręcznikach są zebrane w encyklopedycznej części szczegółowej, tutaj są rozsiane po całej książce jako szczegóły ilustrujące ogólne kwestje.

Zakres przedmiotu natomiast jest większy, gdyż do rozdziału o powstawaniu minerałów weszły również wiadomości o skałach magmatycznych, osadowych i metamorficznych, o glebach i o złożach minerałów.

Opracowanie poszczególnych działów jest poczęści zupełnie oryginalne i dlatego niema obawy, aby studjujący, który zna już dobrze inny podręcznik, natrafił tu na same rzeczy znane. Wykład krytalografji rozpoczyna się na wzór francuski od omówienia nieciągłej budowy materji i struktury kryształów. Dopiero na podstawie tych danych autor przechodzi do 32 klas krytalografji geometrycznej. Cały ten rozdział może przestudjować z pożytkiem i początkujący krytalograf, jako przygotowanie do dzieła tegoż autora „*Geometrische Kristallographie des Diskontinuums*”¹⁾. Pewną trudność sprawi czytelnikowi nowy pomysł ugrupowania wielościannów krytalograficznych nie jak zwykle według klas, lecz według liczby ścian (jednościanny, dwuścianny i t. d. aż do czterdziestośmiościanu). Trzeba już dobrze znać wszystkie wielościanny

¹⁾ Por. Poradnik t. IV, str. 135.

proste występujące w 32 klasach, aby ten sposób ujęcia tematu mógł przynieść korzyść; początkujący nie da sobie z tem rady.

Zestawione na ośmiu stronicach podobizny typowych kryształów tworzą mały atlas morfologiczny. Szczegółowiej niż w innych podręcznikach omówione są prawa bliźniacze, ich związek ze strukturą kryształów, oraz systematyka i wygląd bliźniaków, wreszcie zrosty prawidłowe minerałów różnorodnych. Natomiast praktyczne metody mierzenia, obliczania i rysowania kryształów są świadomie potraktowane ogólnikowo.

W krytalografii fizycznej nowością jest ogólny wstęp zawierający omówienie schematów własności skalarnych i wektorowych oraz symetrii zjawisk fizycznych w związku z symetrią klas krytalograficznych. Po niem następuje szczegółowy wykład o ogólnych cechach własności fizycznych, które mają symetrię elipsoidalną.

Szereg rozdziałów o specjalnych własnościach fizycznych rozpoczyna się od ciężaru właściwego i objętości cząsteczkowej, przy czem podane są metody oznaczania ciężaru właściwego i jego zastosowanie do obliczenia osi topicznych i równoległościaków elementarnych.

Łupliwość wyłożona jest w związku z kwestją wyboru ścian jednostkowych przy znakowaniu krytalograficznem oraz ze strukturą kryształów. Szereg charakterystycznych schematów przekrojów mikroskopowych minerałów i tablica najważniejszych płaszczyzn łupliwości w pospolitszych minerałach ułatwia znakomicie stosowanie tej ważnej cechy diagnostycznej.

Dalej zostały uwzględnione należycie t. zw. translacje mechaniczne czyli przesunięcia równoległe warstw kryształu względem siebie pod wpływem czynników mechanicznych, jak również i powstawanie utworów bliźniaczych pod ciśnieniem.

Osobny rozdział poświęcony jest twardości minerałów, przy czem omówione zostały i ilościowe metody badania ścieralności oraz twardości przejawiającej się przy świdrowaniu i rysowaniu minerałów. Również i ujęcie zjawisk sprężystości stoi na wysokości współczesnej nauki. Nowością w podręczniku mineralogji jest rozdział o odkształceniach jednorodnych w polu skalarnem lub izotropowem t. j. o rozszerzalności termicznej z uwzględnie-

niem zmian kątów pomiędzy ścianami kryształów oraz wielkości osi topicznych. Po krótkim rozdziale o przewodnictwie cieplnym i elektrycznym rozpoczyna się szereg rozdziałów poświęconych optyce kryształów. Tutaj podręcznik Nigglego względnie najmniej odbiega od zwykle przyjętego wykładu, z tą jednak różnicą, że za punkt wyjścia do wszystkich wywodów została wzięta elipsoida spółczynnikowa, a nie jak zwykle dotychczas elipsoida Fresnela. Dzięki temu można było przejść od razu do zjawisk, jakie obserwujemy zapomocą przyrządów optycznych bez ryzykownego zwykle dla biegu wykładu przeskoku od powierzchni promieni do powierzchni fali świetlnych.

W rozdziale tym zostały również wyłożone najważniejsze metody badań optycznych, jak oznaczanie spółczynników załamania, dwójłomności, kąta osi optycznych i t. d., a również i zmiany tych własności pod wpływem temperatury. Ważną część tego działu stanowi zestawienie własności optycznych pospolitszych minerałów w szeregu rysunków, wykresów i schematów; może ono zastąpić przy pierwszych studjach mikroskopowych przystępniejsze oddzielne dziełka z tego zakresu i stanowi dobry wstęp do specjalnych dzieł szczegółowo traktujących o własnościach optycznych minerałów jak t. I cz. 2 Fizjografji minerałów skałotwórczych Rosénbuscha-Wülfinga.

Oznaczaniu struktury zapomocą promieni Roentgena poświęcony jest osobny rozdział, zawierający omówienie ogólnych podstaw oraz metod Lauego, Braggów, Debye'a i Schertera, wreszcie wzmiankę o odbijaniu promieni pozaczerwonych przez kryształy. Piezoelektryczność i piroelektryczność, magnetyzm i promieniotwórczość stanowią końcowe rozdziały mineralogji fizycznej.

Chemję kryształów rozpoczyna przytoczony już powyżej podział minerałów na 12 grup (por. str. 438), poczem następuje zestawienie minerałów należących do każdej grupy według szeregów izomorficznych lub według dalszego pokrewieństwa chemicznego. Charakterystyczną cechą tego zestawienia jest próba uporządkowania minerałów według prostszych składników, na jakie można rozbić ich wzór chemiczny, i na zebranie tych minerałów, w których te same składniki występują w różnych sto-

sunkach. Tak np. mamy w tej samej grupie miargiryt $Ag_2S \cdot Sb_2S_3$, prustyłt $3Ag_2S \cdot As_2S_3$, pirargiryt $3Ag_2S \cdot Sb_2S_3$, rudy płowe arsenowe i antymonowe $4Ag_2S \cdot As_2S_3$ (z Cu_2 , Hg_2 , Fe , Zn) i $4Ag_2S \cdot Sb_2S_3$, stefanit $5Ag_2S \cdot Sb_2S_3$, polibazyt $9Ag_2S \cdot (As, Sb)_2S_3$, poliargiryt $12Ag_2S \cdot Sb_2S_3$. Tak jak tutaj grupa Ag_2S , tak znów w krzemianach grupa SiO_2 dodawana w różnych stosunkach daje różne ale pokrewne sobie minerały.

Co do struktury minerałów, a w szczególności krzemianów, to Niggli uważa już za możliwe przyjęcie poglądów J. Jakoba, będących dalszem rozwinięciem teorii A. Wenera, zaznaczając jednak ich hipotetyczność.

Rozdział o wielopostaciowości (polimorfizmie) opracowany jest bardzo obszernie i zawiera dużo przykładów. Za punkt wyjścia służy potencjał termodynamiczny i oparty na nim schemat zjawiska wielopostaciowości. Izomorfizm, morfotropja (zmiana własności zależna od zmiany pierwiastków występujących w związku chemicznym) i izotypja (podobieństwo w typie budowy chemicznie różnych kryształów) są równie wyczerpująco ujęte. Tutaj podane są wiadomości o strukturze kryształów i zestawione szeregi związków izomorficznych z ich własnościami fizycznymi, a na zakończenie omówiona zależność pomiędzy składem chemicznym, budową cząsteczki i strukturą kryształów oraz zjawiska wzrostu i rozpuszczania, pokrój i wygląd kryształów, figury wytrawione.

Rozdział drugi obejmuje naukę o t. zw. minerałach bezpostaciowych, — jest to krótki wykład mineralogji koloidalnej.

Obszerny rozdział trzeci wreszcie, zawierający ogólną naukę o powstawaniu i występowaniu minerałów, traktuje o pseudomorfozach, złożach minerałów (skały magmatyczne, osadowe, metamorficzne) ze wszystkimi ubocznymi zjawiskami jak wtórne wydzielanie się z roztworów wodnych, powstawanie złóż kruszcowych, t. zw. sekrecyj i t. d.

Podręcznik Nigglego nie wdaje się w szczegółowe omawianie metod mineralogicznych, ale natomiast daje czytelnikowi zrozumienie całokształtu współczesnej mineralogji, jakiego trudno by było szukać w innym podręczniku. Specjalną jego wartość stanowi silnie przebijająca się nuta indywidualności autora w ujmowaniu zagadnień.

3. DZIEŁA PODRĘCZNE.

Każdy, kto po przebyciu studjów wstępnych zacznie pracować naukowo, musi się przekonać, że zakres kwestji, na jakie może mu udzielić odpowiedzi podręcznik, jest ograniczony. Wystarcza on i nadal, dopóki chodzi np. o przypomnienie sobie składu chemicznego, głównych własności morfologicznych i fizycznych i stanowiska danego minerału w systematyce; przestaje zaś wystarczać, gdy chodzi o porównanie własnych obserwacyj lub wyników badań z tem wszystkiem, co dotychczas wiadomo o danym mineralu, grupie minerałów lub jakiejś ogólniejszej kwestji. Do tego celu służą obszerniejsze, encyklopedyczne dzieła, które ponadto dzięki cytowanej w nich wyczerpująco literaturze oszczędzają badaczowi mozolnego szperania po książkach i rocznikach czasopism.

Najobszerniejszem dziełem tego rodzaju jest

C. Hintze. Handbuch der Mineralogie. Erster Band: Elemente, Sulfide, Oxyde, Haloide, Carbonate, Sulfate, Borate, Phosphate. Lipsk, Veit (obecnie—Vereinigung Wissenschaftlicher Verleger) 1904—1922. Dotychczas wyszło 20 zeszytów, od pierwiastków do fosforanów (monacyt), str. VI + 2874 + 320. Zweiter Band: Silicate und Titanate. Lipsk, Veit, 1897, str. X + 1841.

Na wielką skalę zakrojone dzieło wrocławskiego profesora C. Hintzego jest najobszerniejszą i najbardziej szczegółową encyklopedją mineralogiczną i dlatego jest ono wprost niezbędne jako księga podręczna dla badacza. Po śmierci Hintzego opracowaniem brakujących jeszcze części tomu pierwszego zajęła się liczna grupa uczonych pod redakcją G. Lincka.

Omówienie każdej grupy minerałów zawiera przedewszystkiem zestawienie minerałów należących do grupy z ich wzorami chemicznymi, wspólnymi cechami morfologicznymi i optycznymi, danymi historycznymi, sposobami występowania i t. d.

Rozdział o każdym poszczególnym mineralu zawiera, zależnie od zakresu odpowiednich wiadomości, wzór chemiczny i jego dyskusję, dane morfologiczne, jak wykaz ścian zaobserwowanych na kryształach i kątów między niemi, stałe krystalograficzne, utwory bliźniacze, zrosty, własności fizyczne, wiadomości

o syntezach i t. d. — wszystko podane wyczerpująco z przytoczeniem odpowiedniej literatury; odmiany danego minerału, miejsca i sposoby występowania z uwzględnieniem typowych cech każdego złoża, wreszcie zestawienie wszystkich znanych z literatury analiz chemicznych.

Ażeby dać pojęcie o rozmiarze dzieła, wystarczy przytoczyć, że np. grupa miki zajmuje 152 str., grupa cynobru niecałe 50, i t. p.

Przy korzystaniu z każdego tomu należy zwrócić oczywiście uwagę na rok, w którym on został wydany i, ażeby poinformować się dostatecznie, literaturę z lat następnych uzupełnić przejrzeniem skorowidzów rzeczowych np. Zeitschrift für Kristallographie, a wreszcie oddzielnych tomów i ostatnich zeszytów czasopism.

Mniej wyczerpujące niż „Handbuch“ Hintzego, ale pomimo to doskonałe jako książka podręczna przy pracy jest dzieło

J. D. Dana. The System of Mineralogy. Descriptive Mineralogy. 6 wyd. opracowane przez E. S. Dana. Z dwoma dodatkami, uzupełniającymi dzieło do r. 1909. New York, Wiley and Sons, 1909, Str. LXIII + 1134 + X + 75 + XI + 114; trzeci dodatek wydał W. E. Ford w r. 1915, str. XIV + 87.

We wstępie zawiera ono krótki zarys krystalografii, mineralogii fizycznej i chemicznej, objaśnienie nomenklatury, bibliografję i wykaz skrótów. Cały ten wstęp ma właściwie tylko objaśniać znakowanie i skrótó użyte w dziele. Dział bibliografji opracowany jest bardzo dobrze. Całość dzieła poświęcona jest, jak u Hintzego, mineralogii specjalnej, a na zakończenie podany jest katalog amerykańskich złóż minerałów.

Nieco odmienny charakter ma dzieło

W. I. Wernadskij. Opyt opisatielnoj mineralogij. Tom I. Samorodnyje elementy. Petersburg 1914, str. 839.

Pierwszy tom na wielką skalę zakrojonego dzieła, w którym główny nacisk został położony na własności chemiczne, genezę minerałów i szczegółowy opis ich złóż. Bardzo cenną część książki stanowi *bibliografja*, obejmująca wszystkie działy mineralogii i zawierająca 1804 numery, w tem 968 tytułów dzieł i a rtykułów z zakresu mineralogii topograficznej.

4. MORFOLOGJA MINERAŁÓW.

Z dzieł, traktujących o morfologii minerałów, z samej natury rzeczy wysuwają się na naczelné miejsce te, w których zebrane są wiadomości i liczbowe dane o minerałach krystalicznych. Należą one w równej mierze do krystalografji jak i do mineralogji. Mamy tutaj szereg dzieł krystalografa heidelberskiego V. Goldschmidta, który w swoisty sposób, z przystosowaniem swych prac do metody teodolitowej, opracował systematycznie całość danych krystalograficznych dla minerałów. Są to:

V. Goldschmidt. *Index der Krystallformen der Mineralien*. Berlin, Springer. 3 tomy. 1886—1891.

Jako uzupełnienie dzieła Goldschmidta wydał

H. P. Whitlock. *A List of New Crystal Forms of Minerals*. Bull. of the Amer. Mus. of Natural History Vol. 46. Art. II p. 89—278. New York, 1922.

V. Goldschmidt. *Krystallographische Winkeltabellen*. Berlin, Springer, 1897. Str. 432.

V. Goldschmidt. *Atlas der Kristallformen*. 9 tomów. Heidelberg, Winter, 1913—1923.

Indeks Goldschmidta zawiera szczegółowy wykaz wszelkich ścian występujących na minerałach krystalicznych, tablice kątowe — spólrzędne biegunowe i dane potrzebne do obliczeń kryształów według metody teodolitowej. Atlas zawiera w porządku alfabetycznym reprodukcje wszystkich podanych w literaturze podobizn minerałów. Każdy tom tego wspaniałego dzieła składa się z dwóch części; w pierwszej podane są uwagi krytyczne i notatki bibliograficzne do rysunków, druga stanowi właściwy atlas. Rysunki odtworzone są metodą cynkograficzną, dzięki czemu dzieło ukazało się we względnie bardzo krótkim czasie w całości, tymczasem gdy poprzednia próba tego rodzaju:

A. Schrauf. *Atlas der Krystallformen des Mineralreiches t. I (A—C)*. Wiedeń, 1865—1875 (niekompletny, 50 tablic), została przerwana w zaczątku¹⁾.

¹⁾ Przy podejmowaniu takich wielkich prac kompilatorskich powstaje zawsze pytanie, czy ich wykonanie nie przewyższa możliwości jednostki. Ciekawo dla każdego przyrodnika rachunek, pouczający jak obliczyć ilość potrzebnego czasu, podał V. Goldschmidt w *Krystallographische Winkeltabellen* str. 10—12.

Wiadomości o pokroju minerałów i o ich kształtach przypadkowych nie są jeszcze dotychczas ujęte w systematyczną całość. Piękny atlas figur wytrawionych służących do oznaczania symetrii ścian wydał

H. Baumhauer. Die Resultate der Aetzmethode in der krystallographischen Forschung. Lipsk. Engelmann, 1894. Str. 131 i atlas.

5. MINERALOGJA FIZYCZNA I PRZYRZĄDY.

Z zakresu mineralogji fizycznej przedewszystkiem można polecić szereg niewielkich książek, które mogą być studjowane równorzędnie z odpowiedniami działami podręcznika:

E. Buchwald. Einführung in die Kristalloptik. Sammlung Göschen. Berlin i Lipsk, 1920. Str. 124.

V. Pöschl. Die Härte der festen Körper und ihre physikalisch-chemische Bedeutung. Drezno, Steinkopff, 1909. Str. 84.

C. Doelter. Die Farben der Mineralien, insbesondere der Edelsteine. Brunświk, Vieweg, 1915.

C. Doelter. Das Radium und die Farben. Einwirkung des Radiums und ultravioletter Strahlen auf organische und anorganische Stoffe sowie auf Mineralien. Drezno, Steinkopff. 1910, Str. VIII + 133.

Ponadto do optyki mamy wspaniały atlas fotografii zjawisk występujących w świetle spolaryzowanym (w szczególności w zbieżnym):

H. Hauswaldt. Interferenz-Erscheinungen an doppeltbrechenden Krystallplatten im konvergenten polarisirten Licht. Magdeburg, 1902. Str. 17 + 33 tablice. Neue Folge, 1904. Str. 29 + 80 tablic.

i wreszcie jedyną monografię o t. zw. anomaljach optycznych:

R. Brauns. Die optischen Anomalien der Krystalle. Lipsk, Hirzel, 1891. Str. XII + 370.

Ze wszystkich działów mineralogji fizycznej optyka odgrywa dominującą rolę, zarówno co do rezultatów badań, jak i co do rozwoju metod. Łatwość ich stosowania nawet do bardzo małych

osobników, a szczególnie do minerałów skałotwórczych bez wyodrębniania ich z ogólnej masy skały, sprawia, że istnieje cały szereg dzieł poświęconych przeważnie optyce minerałów. Uwzględniają one zwykle w równej mierze teorię i praktykę, to znaczy, że znaleźć w nich można zarówno wykład optyki kryształów i metod badań optycznych, jak i zestawienie i omówienie wyników osiągniętych dotychczas dla poszczególnych minerałów. Względy natury historycznej i praktycznej sprawiły, że te dzieła są jakby specjalnymi mineralogjami minerałów skałotwórczych.

Na naczelnem miejscu w tym dziale stoi pierwszy tom dzieła p. t.

H. Rosenbusch und E. A. Wülfing. *Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine. Ein Hilfsbuch bei mikroskopischen Gesteinsstudien.* 4 wydanie.

Tom I. Die petrographisch wichtigen Mineralien:

1. Allgemeiner Teil von E. A. Wülfing. Stuttgart (E. Schweizerbart), 1904. Str. XVI + 467.
2. Spezieller Teil von H. Rosenbusch, tamże, 1905. Str. VIII + 402.

Tom II. *Massige Gesteine* von H. Rosenbusch, tamże, 1907, 1908. Str. XIII + 1592.

Pierwszy i drugi zeszyt piątego wydania pierwszej części tomu I-go ukazały się w nowem opracowaniu E. A. Wülfinga w r. 1921 i 1924. Str. XVI + 532.

Treść części pierwszej tomu I-go:

Wstęp. Pomoce graficzne i rachunkowe. Własności spójności i ciężar. *Własności optyczne:* podstawowe pojęcia teoretyczne optyki kryształów. *Sporządzanie preparatów. Optyka geometryczna i zasadnicze układy soczewek. Przyrządy do badania optycznego minerałów:* światło spolaryzowane, światło monochromatyczne (jednobarwne), mikroskop polaryzacyjny i niektóre przyrządy pomocnicze, pomiary długości i kątów zapomocą mikroskopu, konoskop, reflektometr. *Zjawiska optyczne i ich zastosowanie do rozpoznawania minerałów:* wstęp, zjawiska w świetle spolaryzowanym równoległym, metody oznaczania kąta znikania światła, metody oznaczania dwójmowności, oznaczanie cechy optycznej w świetle równoległym, zjawiska w świetle zbieżnem, pomiary kąta osi optycznych w świetle zbieżnem, oznaczanie cechy optycznej w świetle zbieżnem, barwa i pleochroizm, wpływ temperatury, anomalje optyczne.

Własności morfologiczne: powstawanie kryształów, wrostki, skupienia, odkształcenia.

Własności chemiczne: badania chemiczne, metody oddzielania minerałów, reakcje mikrochemiczne.

Część druga tomu I-go pióra H. Rosenbuscha zawiera systematyczny wykład własności minerałów skałotwórczych ułożony według układów krystalograficznych oraz tablice do ich oznaczania.

Pierwszy tom tego podstawowego dzieła zaznajamia studjującego gruntownie z podstawami optyki, ze wszystkimi metodami służącymi do badania mikroskopowego minerałów (część pierwsza) i z własnościami optycznymi minerałów skałotwórczych (część druga). Zakres dzieła jest w tej części większy, niżby o tem sądzić można było z samego tytułu; właściwie jest to wyczerpujący podręcznik z zakresu najważniejszych metod krystalograficznych i mineralogicznych z włączeniem nauki o przyrządach. E. A. Wülfing jest bardzo krytycznym i wybitnym znawcą i twórcą na polu przyrządów mineralogicznych; to też staranne przestudjowanie jego dzieła i przerobienie podanych w niem metod daje gruntowną znajomość istoty tych przyrządów, a ponadto przyzwyczajają do ścisłości w pracy i do krytycznej oceny tej ścisłości.

Pierwsze dwa zeszyty wydania piątego, które dotychczas ukazały się w druku, zawierają: wstęp i rozdziały o metodach preparowania, o podstawach optyki krystalograficznej i o wytwarzaniu światła spolaryzowanego, o optyce geometrycznej i przyrządach optycznych.

Tom drugi stanowi obszerną petrografię mikroskopową skał ogniowych.

Jako uzupełnienie tomu pierwszego polecić można odpowiednie działy z dzieła

P. Groth. *Physikalische Krystallographie und Einleitung in die krystallographische Kenntniss der wichtigsten Substanzen.* 4-te wyd. Lipsk, Engelmann, 1905. Str. 820, które jednak nie ogranicza się do mineralogji, lecz traktuje o metodach ogólnokrystalograficznych.

Ponadto z dużym pożytkiem przestudjować można następujące prace z zakresu metodyki:

E. A. Wülfing. *Fortschritte auf dem Gebiete der Instrumentenkunde.* Fortschr. der Min., Krist. und Petrogr. t. III. Jena, 1913. Str. 63—91.

F. E. Wright. *The Methods of Petrographic-Microscopic Research, their Relative Accuracy and Range of Application.* Washington, Carnegie Inst., 1911. Str. 204.

Zawiera metody autora, wybitnego amerykańskiego uczonego.

E. A. Wülfing. *Ein neues Polarisationsmikroskop und kritische Betrachtungen über bisherige Konstruktionen.* Heidelberg, C. Winter, 1918. Str. 79.

Jest to opis nowego, znacznie udoskonalonego mikroskopu mineralogicznego, zawierający i zasadnicze rozważania o własnościach mikroskopu.

Z zakresu własności optycznych minerałów ukazała się niedawno doskonała książka

Esper S. Larsen. *The Microscopic Determination of the Nonopaque Minerals.* Bulletin 679 United States Geological Survey, 1921. Str. 294.,

która zawiera wielką liczbę nowych starannych oznaczeń własności optycznych (przyczem nie ogranicza się do minerałów skalotwórczych) oraz bardzo cenne uwagi o oznaczaniu własności optycznych, szczególnie metodą imersyjną.

Wreszcie do mikroskopowego określania minerałów nieprzezroczystych

H. Schneiderhöhn. *Anleitung zur mikroskopischen Bestimmung und Untersuchung von Erzen und Aufbereitungsprodukten, besonders im auffallenden Licht.* Berlin, 1922. Str. XV + 291.

G. Berg. *Mikroskopische Untersuchung der Erzlagerstätten.* Berlin, 1915.

J. Murdoch. *Microscopical Determination of the Opaque Minerals. An Aid to the Study of Ores.* New York, 1916, Str. 165.

Dla dokładnego zapoznania się z metodami i przyrządami mineralogicznymi samouk będzie musiał później sięgnąć do prac ogłaszanych w czasopismach zarówno przez mineralogów jak i przez naukowych współpracowników firm wytwarzających przyrządy. Niekiedy ukazują się opracowania poszczególnych metod lub grup przyrządów jak np.

C. Leiss. Die optischen Instrumente der Firma R. Fuess, deren Beschreibung, Justierung und Anwendung. Lipsk, Engelmann, 1899. Str. XIV + 397.

Część opisanych tu przyrządów już jest przestarzała; pomimo to przeczytanie tej książki przyczynia się do zrozumienia budowy i funkcjonowania przyrządów mineralogicznych.

W. W. Nikitin. La méthode universelle de Fédoroff. tłum. L. Duparc i V. Devries. 2t. Genewa, Atar, 1913.

G. A. Favre. Technique de la Méthode Universelle de M. de Fédoroff. Application de la Platine Universelle à la détermination des Plagioclases. Genève, Atar, 1917. Str. 39.

Z czasopism nadają się do zapoznania się z metodami i przyrządami: Zeitschrift für Kristallographie, Centralblatt für Mineralogie, Zeitschrift für Instrumentenkunde, pozatem należy znać i katalogi firm, choć te ostatnie często zawierają nieścisłości.

Całkowicie poświęcone metodom mineralogicznym i petrograficznym bez uwzględnienia fizjografii poszczególnych minerałów jest dzieło:

L. Duparc et Fr. Pearce. Traité de technique minéralogique et pétrographique. Première partie: les méthodes optiques. Lipsk, 1907. Str. XVI + 483. Deuxième partie: tome I: les méthodes chimiques qualitatives. Lipsk, 1913. Str. XI + 372.

Pierwsza część dzieła Duparca i Pearce'a różni się co do zakresu bardzo niewiele od działu traktującego o optyce w Fizjografji Rosenbuscha-Wülfinga. Niektóre rozdziały są nieomal wprost przetłumaczone z Fizjografji na francuski; inne zostały opracowane nieco obszerniej jak np. metoda Fedorowa, fotometria i polaryzacja obrotowa. Uwzględniono również specjalnie przyrządy używane tradycyjnie przez szkołę francuską. Druga część zawiera metody analizy mechanicznej, mikrochemję, analizę dmuchawkową, analizę jakościową, metody spektroskopowe, wreszcie oznaczanie promieniotwórczości i tablice do oznaczania minerałów zapomocą ciężaru właściwego, twardości, barwy, rysy, topliwości, rozpuszczalności, analizy dmuchawkowej i prostych reakcyj chemicznych. Polecić można tę książkę studjującemu,

który włada lepiej językiem francuskim niż niemieckim, zamiast odpowiednich działów Fizjografji, z tem jednak zastrzeżeniem, że Fizjografja stanowi większą, zamkniętą w sobie całość, bez której studjujący nie będzie mógł się i tak i tak obejść, i że pożyteczniej jest studjować ją od początku w całości. Nie dotyczy to tych działów książki Duparca i Pearce'a, których w Fizjografji niema.

Poświęcone temu samemu tematowi co 1-szy tom Fizjografji, a łatwiejsze od niej są:

N. H. Winchell and A. N. Winchell. Elements of Optical Mineralogy, an Introduction to Microscopic Petrography.

New York, D. van Nostrand Co. 1909, str. 502.

Nowe wydanie, część pierwsza: Principles and Methods, wyszła w r. 1922.

Część pierwsza (str. 1 — 100) zawiera przystępny wykład podstaw optyki kryształów i innych własności morfologicznych i fizycznych. W części drugiej (str. 102 — 412) podane są w porządku alfabetycznym ważniejsze minerały z ich własnościami morfologicznymi i optycznymi. Trzecią część wreszcie stanowią tablice do określania minerałów. W dodatku omówione są badania minerałów nieprzezroczystych metodą Königsbergera i podstawy metod mikrochemicznych.

Całość jest bardziej elementarna od pierwszego tomu Fizjografji Rosenbuscha-Wülfinga i może służyć jako przygotowanie do niej.

J. P. Iddings. Rock Minerals. Their Chemical and Physical Characters and their Determination in Thin Sections.

New York, Wiley and Sons, 1911. Str. XIII + 617.

Książka Iddingsa stanowi całość z jego dwutomowem dziełem Igneous Rocks podobnie jak Fizjografja Rosenbuscha-Wülfinga.

Powyżej wymienione dzieła polecić można przedewszystkiem samoukom, kształcącym się na specjalistów mineralogów i petrografów. Po przestudjowaniu teoretycznem i praktycznem części

ogólnej część szczegółowa służy jako stale używana przy pracy książka podręczna do oznaczania minerałów, przewodnik po literaturze i t. p.

Tej kategorii studujących, którzy jak np. geologowie (nie mający na stałe do czynienia ze skałami krystalicznymi) chcieliby poznać minerały skałotwórcze w mniejszym zakresie, polecić można dwa niewielkie dziełka:

E. Weinschenk. *Anleitung zum Gebrauch des Polarisationmikroskops.* 4 wyd. Freiburg, Herder, 1916. Str. 171.

E. Weinschenk. *Die gesteinsbildenden Mineralien* 2 wyd. Freiburg w Bryzgowji (Breisgau), Herder, 1907. Str. IX + 225 z dodaniem tablic do oznaczania minerałów skałotwórczych pod mikroskopem.

Obydwa nie są wolne od usterek, które wynikają głównie z zamiaru zbytniego spopularyzowania tematu. W szczególności można ten zarzut zrobić książeczce o mikroskopie polaryzacyjnym.

Podstawowe dzieła francuskie z tego zakresu są starszej daty:

A. Michel-Lévy et A. Lacroix. *Les minéraux des roches.* 1^o Application des méthodes minéralogiques et chimiques à leur étude microscopique. 2^o Données physiques et optiques. Paryż, Librairie Polytechnique, 1884. Str. XI + 334.

A. Michel-Lévy et A. Lacroix. *Tableaux des minéraux des roches. Résumé de leurs propriétés optiques, cristallographiques et chimiques.* Paryż, Librairie Polytechnique, 1889.

Klasyczne studia nad skaleniami skałotwórczemi zawiera praca:

F. Fouqué. *Contribution à l'étude des feldspaths des roches volcaniques.* Paryż, 1894. Str. 336.

Do zadań mineralogji fizycznej należy również i dokładne oznaczanie barwy minerałów. Nie jest ono tak łatwe, jakby się napozór zdawać mogło, a to dlatego, że przy porównywaniu barw ogromną rolę odgrywa i połysk powierzchni barwnej; trudno jest np. barwę żółtą minerału metalicznego porównać z odpowiednią barwą minerału matowego.

Do oznaczania barw służą specjalne t. zw. skale barw, z których bodaj najstarszą jest obszerna skala Raddego, wydana w Hamburgu, obecnie zresztą całkowicie wyczerpana w handlu. Z nowszych wydawnictw tego rodzaju polecić można:

P. Klincksieck et Th. Valette. Code des couleurs à l'usage des naturalistes, artistes, commerçants et industriels. 720 échantillons de couleurs classés d'après la méthode Chevreuil simplifiée. Paryż 1903.

R. Oberthür et H. Dauthenay. Répertoire de couleurs pour aider à la détermination des couleurs des fleurs, des feuillages et des fruits publié par la Société Française des Chrysanthémistes. Paryż, 1905.

Są to atlasy zawierające drukowane na papierze prostokątne pola barwne o różnych odcieniach i natężeniach.

W niektórych muzeach mineralogicznych znajdują się w dziale mineralogji ogólnej zbiory minerałów ilustrujące typowe odcienie barw.

6. MINERALOGJA CHEMICZNA ¹⁾.

Mineralogja chemiczna zajmuje wśród innych działów mineralogji wyjątkowo uprzywilejowane stanowisko. Przyczyna jest prosta: chemizm sięga najgłębiej w samą istotę rzeczy i dlatego interesuje nas bodaj najbardziej. Wiąże się on bezpośrednio z ogólnymi zagadnieniami dotyczącymi składu chemicznego ziemi i zachodzących w niej zmian i przeobrażeń. Z tego punktu widzenia mineralogja chemiczna jest częścią geochemji. Ale i w obrębie mineralogji szczegółowej rola chemizmu jest bardzo wybitna. On to dopiero wnosi porządek i umożliwia racjonalną systematykę, gdyż dopiero znajomość składu chemicznego łącznie z własnościami morfologicznymi i fizycznymi całkowicie określa dany minerał. Wprawdzie przy rozpoznawaniu minerałów możemy często obejść się bez analizy chemicznej, ale możliwe jest to tylko

¹⁾ Wskazówki dotyczące mineralogji chemicznej podane są tu w zakresie odpowiadającym całokształtowi tego artykułu. Obszerniejsze i bardziej specjalne opracowanie tego działu znajdzie czytelnik w następnym artykule prof. St. J. Thugutta.

dlatego, że wiemy z doświadczenia, iż pewna suma typowych własności morfologicznych i fizycznych odpowiada minerałowi o określonym składzie chemicznym. Jak dalece zostały już udoskonalone takie pośrednie metody oznaczania składu chemicznego, tego dowodem jest np. dokładność osiągnięta w oznaczaniu optycznym plagioklazów.

Niezawsze jednak taka zależność pomiędzy składem chemicznym a innymi cechami jest już dostatecznie ustalona; wtedy już nie możemy się obejść przy diagnozie bez analizy minerału, czy to będzie analiza dmuchawkowa, mikrochemiczna, czy też jakościowa lub nawet ilościowa. Natomiast w przypadkach, kiedy badamy nieznaną jeszcze dotychczas minerały lub odmiany minerałów, analiza ilościowa ustalająca ściśle skład chemiczny jest niezbędna.

Drugą przyczyną wyjątkowego stanowiska, jakie zajmuje mineralogia chemiczna, leży w tem, że daje nam ona możliwość odtwarzania drogą syntetyczną związków identycznych z występującymi w przyrodzie i badania ich własności.

Do zapoznania się z ogólnymi zagadnieniami *chemizmu ziemi* służyć może książka:

F. W. Clarke. *The Data of Geochemistry.* 4-e wyd. Bulletin 695, United States Geological Survey. Washington, 1920, str. 832 (por. art. Mineralogia chemiczna).

Ten sam autor zestawił wyniki analiz skał i minerałów pracowni United States Geological Survey w książce:

F. W. Clarke. *Analyses of Rocks and Minerals from the Laboratory of the U. S. Geological Survey 1880 to 1914.* Bull. 591, U. S. G. S. Washington 1915, str. 376 (od str. 280 analizy minerałów).

Najobszerniejszym dziełem z zakresu chemji mineralogicznej jest

C. Doelter. *Handbuch der Mineralchemie.* 4 tomy. Wychodzi zeszytami z udziałem 74 współpracowników różnych narodowości od r. 1911. Dotychczas wyszły:

Tom I. *Allgemeine Einleitung, Kohlenstoff, Carbonate, Silicate I.* Drezno i Lipsk, Steinkopff, 1912, str. XIV i 1008.

- Tom II. Część pierwsza: Silicate. 1914, str. XVI i 848.
 Część druga: Silicate dreiwertiger Metalle. 1917,
 str. XIV i 1144.
 Część trzecia: Silicate dreiwertiger Metalle (dok.)
 1921, str. XII i 472.
- Tom III. Część pierwsza: Die Elemente und Verbindun-
 gen von *Ti, Zr, Sn, Th, Nb, Ta, N, P, As, Sb,*
Bi, V und *H*. 1918, str. XXII i 965.
 Z części drugiej tomu III-go, mającej zawierać
 pierwiastki i związki *Li, Na, K, Cu, Rb, Ag, Au,*
Be, Mg, Zn, Sr, Ba, Ca, Cd, Ra, Hg, B, Al,
Fe, Mn, ukazały się dotychczas pierwsze trzy
 zeszyty (III, 7, 8 i 9, str. 480).

Na wielką skalę zakrojone, ale jeszcze nieukończone dzieło Doeltera zawiera wyczerpujące wiadomości o wszystkich znanych minerałach ze szczególnem uwzględnieniem strony chemicznej. Podane są dla każdego minerału układ krystalograficzny i stałe krystalograficzne, synonimika, występowanie w przyrodzie, skład chemiczny i wyniki analiz, próby dmuchawkowe, własności fizyczne: ciężar właściwy, twardość, własności optyczne, termiczne, elektryczne, promieniotwórczość i zachowanie się pod wpływem promieni Roentgena i radu, rozpuszczalność, syntezy, geneza i występowanie.

Ponadto w całym szeregu artykułów wyłożone są sprawy ogólniejszej natury, jak metody analizy i syntezy wogóle lub w zastosowaniu do poszczególnych grup minerałów, a również omówione są i przetwory pochodzenia mineralnego jak stopy krzemianów, cementy, szkło, emalje, szlaki, szkło kwarcowe i t. d.

Dzieło Doeltera jest właściwie wyczerpującą księgą podręczną mineralogji specjalnej, w której punkt ciężkości został przesunięty w stronę zagadnień chemicznych, a inne działy zredukowane.

Do prędkiego zorientowania się co do składu chemicznego minerału i systematyki mineralogicznej nadaje się doskonale książka

P. Groth. Tabellarische Uebersicht der Mineralien nach ihren krystallographisch-chemischen Beziehungen. Brunświk, 1898, str. VIII + 181.

Nowe wydanie z dodatkiem tablic do oznaczania minerałów:

P. Groth und K. Mieleitner. Mineralogische Tabellen. Monachjum i Berlin, Oldenbourg, 1921, str. 176, oraz w tłumaczeniu francuskim E. Joukowsky'ego i F. A. Pearce'a:

P. Groth. Tableau systématique des minéraux classés d'après leurs propriétés chimiques et cristallographiques. Genewa, 1904, str. VIII+188 (z uzupełnieniami autora).

Tablice Grotha zawierają systematykę minerałów ze specjalnem uwzględnieniem składu chemicznego. Z własności krystalograficznych podana jest tylko klasa krystalograficzna, do której dany minerał należy oraz stałe krystalograficzne (stosunek długości odcinków jednostkowych i kąty między osiami spółrzednych). Nadają się w szczególności do prędkiego zorientowania się co do miejsca, jakie dany minerał zajmuje w systematyce, a więc przedewszystkiem przy pracy muzealnej.

Jak już było zaznaczone powyżej kwestja budowy krzemianów stanowi dotychczas nieprzewyciężony szkopuł mineralogji chemicznej. Próby rozwiązania tego zagadnienia znaleźć można w dziełach podręcznych, w Tabellarische Uebersicht Grotha, podręczniku Nigglego i t. d.

Specjalną pracę poświęconą dociekaniom na ten temat wydał

F. W. Clarke. The Constitution of the Natural Silicates. Bull. 588. United States Geol. Survey. Washington, 1914, str. 128.

Minerały koloidalne nie doczekały się dotychczas osobnego opracowania. Szereg prac na ten temat znaleźć można w Zeitschrift für Chemie und Industrie der Kolloide (prace F. Cornu, C. Doeltera, H. Leitmeiera, A. Himmelbauera i innych).

Z zakresu *analizy chemicznej* minerałów mamy cały szereg dzieł:

a) analiza dmuchawkowa. Najbardziej wyczerpujące jest dzieło

C. F. Plattner. *Probierkunst mit dem Lötrohre.* Eine vollständige Anleitung zu qualitativen und quantitativen Lötrohr-Untersuchungen. 7 wyd. oprac. Fr. Kolbeck. Lipsk, 1907, str. XVI+515.

Treść: I. Aparatura: dmuchawka, lampa, sztuka dmuchania; płomień utleniający, redukujący. Węgiel, platyna, kolbki i rurki szklane, mieszczka gliniana, tygiel gliniany, popiół kostny. Waga, przyrządy do mierzenia wielkości ziaren srebra i złota, lupa. Odczynniki częściej i rzadziej używane.

II. Próby jakościowe: bez odczynników w rurce, dmuchawkowe (naloty), próby z boraksem, solą fosforową, sodą, roztworem kobaltowym i t. d. Oznaczanie składników minerałów i produktów hutniczych; przebieg badania różnych związków: soli, tlenków, krzemianów i aluminianów, siarczków i arsenków, selenków, tellurków i innych związków metali.

III. Próby ilościowe: oznaczanie srebra, złota, miedzi, ołowiu, bizmutu, cyny, kobaltu, niklu, rtęci.

W skromniejszym zakresie utrzymane są podręczniki:

J. Hirschwald. *Anleitung zur pyrochemischen Analyse für Chemiker, Mineralogen und Hüttenleute.* 3 wyd. (dawniej p. t. „Systematische Lötrohranalyse“). Berlin, Bornträger, 1920, str. 122.

J. Landauer. *Die Lötrohranalyse.* Anleitung zu qualitativen chemischen Untersuchungen auf trockenem Wege. 3 wyd. Berlin, Springer, 1908, str. VII+186.

Małą książeczkę dla początkujących wydał

M. Henglein. *Lötrohrprobierkunde.* Qualitative Analyse mit Hilfe des Lötrohres. 2 wyd. Sammlg. Göschen, 1920, str. 86.

Najlepiej zacząć od przerabiania ćwiczeń podanych u Hirschwalda lub Landauera, a potem w miarę postępów i wzrostu zainteresowania tą nieocenioną metodą przerzucić się do trudniejszych analiz z dzieła Plattnera.

Dwa amerykańskie podręczniki analizy dmuchawkowej

A. J. Moses and Ch. L. Parsons. *Elements of Mineralogy, Crystallography and Blowpipe Analysis from a Practical Standpoint.* 4 wyd. New York, 1904. Str. VII+444.

G. J. Brush. *Manual of Determinative Mineralogy with an Introduction on Blowpipe Analysis.* 15 wyd. oprac. S. L. Penfield. New York, 1899. Str. X + 312. (nowsze wydanie z r. 1903),

cierpią na zbytne uwzględnienie „praktycznego punktu widzenia“, co wyraża się szczególnie w przemilczeniu wszelkich trudności krystalograficznych. Wartość tego rodzaju części ogólnych jest wątpliwa. Natomiast cenną częścią tych książek jest zestawienie cech zewnętrznych i reakcji dmuchawkowych. W szczególności książka Brusha może być z pożytkiem użyta do początków analizy dmuchawkowej.

b) analiza mikrochemiczna.

W analizie mikrochemicznej ujawniają się obecnie dwa zasadnicze kierunki. Pierwszy i dawniejszy ma na celu wykrycie pierwiastków zawartych w minerałach, drugi, nowszy, dąży do wykrycia reakcyj, które mogłyby być uznane za charakterystyczne dla poszczególnych minerałów. Dla zapoznania się z pierwszym kierunkiem może służyć książka

H. Behrens. *Anleitung zur mikrochemischen Analyse.* 2 wyd. Hamburg i Lipsk, Voss, 1899. Str. 242, wydana później obszerniej jako

P. D. C. Kley. *Behrens-Kley mikrochemische Analyse. Zugleich 3. Auflage der Anleitung zur mikrochemischen Analyse von H. Behrens.* 2 części. Lipsk i Hamburg, Voss, 1915. Str. XII + 368 i IV + 136.

Kley dodał do dawnej książki Behrensa część drugą, zawierającą „tablice do systematycznego oznaczania minerałów zapomocą mikrochemji i stałych fizycznych“.

Za klasyczne dzieło w tej dziedzinie uchodzi

C. Klément et A. Rénard. *Réactions microchimiques à cristaux et leur application en analyse qualitative.* Bruksella, 1886.

Wskazówki co do reakcyj samych minerałów znajdzie studjujący w pracy

St. J. Thugutt. *Stan obecny metod badania mikrochemicznego w mineralogji i petrografji.* Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz. VI, 1913. Zeszyt 1,

która zawiera zestawienie literatury od r. 1872, a w szczególności prac I. Lemberga i St. J. Thugutta.

c) analiza jakościowa i ilościowa.

Metody analizy mechanicznej, mającej na celu przygotowanie jednorodnego i czystego materiału do analizy, omówione są w Fizjografji I, 1 Rosenbuscha-Wülfinga i w t. I części 2-giej *Traité Duparca-Pearce'a* (por. wyżej). Pozatem metody używane w mineralogji podane są w obszerniejszych podręcznikach chemji analitycznej:

F. P. Treadwell. Chemja analityczna jakościowa, przekład M. Dominikiewicza i S. Przemyskiego. Bibl. podr. chem. wyd. przez J. Harabaszewskiego. Wyd. II. Warszawa, 1922. Str. 641 + 34.

F. P. Treadwell. Chemja analityczna ilościowa, przekład K. Adwentowskiego i W. Staronki. Kraków, 1908. Str. XII + 659.

Tom pierwszy części drugiej *Traité de la technique minéralogique et pétrographique* L. Duparca i A. Monnier poświęcony jest całkowicie analizie jakościowej, przyczem uwzględniona jest również i analiza mikrochemiczna i dmuchawkowa.

Metody analizy skał, które równie dobrze można stosować do analizy niektórych grup minerałów zostały wzorowo opracowane w książkach

W. F. Hillebrand. *The Analysis of Silicate and Carbonate Rocks*. Bull. 700. U. S. G. S. Washington, 1919. Str. 285.

H. S. Washington. *Manual of the Chemical Analysis of Rocks*. New York, Wiley and Sons, 1906. Str. VIII + 183,

z których ostatnia zajmuje się wyłącznie skałami krzemianowemi.

Synteza minerałów. Metody syntetyczne są naogół znacznie mniej rozpowszechnione od analitycznych, gdyż są o wiele trudniejsze i wymagają nieraz bardzo kosztownej i skomplikowanej aparatury, umiejętności oznaczania wysokich temperatur, a wreszcie doskonałej znajomości chemji fizycznej i metod optycznych. Pro-

dukty syntez są przytem nieraz drobnokrystaliczne i nastroczają duże trudności przy oznaczaniu.

Jako wstęp do tego działu może służyć

E. Dittler. *Mineralsynthetisches Practicum. Eine praktische Anleitung für das Laboratorium mit einem Beitrag „Optische Untersuchungsmethoden“* von H. Michel. Drezno i Lipsk, Steinkopff, 1915. Str. 150.

Ciekawe wiadomości o doświadczeniach z dużemi ilościami stopów zawiera praca

J. Morozewicz. *Opyty nad obrazowaniem minerałów w magmie.* Warszawa, 1898. Str. V + 246.

Literaturę z zakresu syntez hydrotermalnych i nowszych prac syntetycznych zawierają artykuły

P. Niggli und G. Morey. *Die hydrothermale Silikatbildung.* Zeitschr. f. anorg. Chemie 83, 1913.

P. Niggli. *Neuere Mineralsynthesen.* Fortschr. der Min., Krist. und Petrogr. 5, 1916, 131—172.

Do zapoznania się ze wzorowym przykładem syntezy krzemianów (plagjoklazów) i metodami badań jej produktów może służyć praca wykonana w słynnym Geophysical Laboratory Instytucji Carnegiego w Waszyngtonie p. t.

A. L. Day, E. T. Allen, J. P. Iddings. *The Isomorphism and Thermal Properties of the Felspars.* Washington. Carnegie Inst., 1905. Str. 95.

Wreszcie istnieje książka omawiająca całokształt metod stosowanych do krzemianów:

R. Rieke. *Die Arbeitsmethoden der Silikatchemie.* Brunświk, Vieweg, 1917. Str. 100.

Treść: Synteza, analiza mechaniczna i chemiczna, metody fizyczno-chemiczne w zastosowaniu do krzemianów i ich stopów, skład chemiczny (budowa) krzemianów.

7. MINERALOGJA FIZYCZNO-CHEMICZNA.

Osobnego dzieła z tego działu niema dotychczas. Polecieć można przestudjowanie odpowiednich rozdziałów z obszernego dzieła

H. E. Boeke und W. Eitel. Grundlagen der physikalisch-chemischen Petrographie. 2-gie wyd. Berlin, Bornträger, 1923. Str. XI + 589,
w którym następujące rozdziały mają ogólnie mineralogiczne znaczenie: Topliwość minerałów, jej oznaczanie; mierzenie wysokich temperatur. Metody do badania stanu cząsteczkowego stopów krzemianowych. Oznaczanie gęstości w wysokich temperaturach. Przemiany minerałów: enancjotropja i monotropja, oznaczanie punktu przemiany. Własności cieplne minerałów: ciepło powstawania, ciepło właściwe, ciepło topnienia i przemiany. Układy dwu- i trójskładnikowe (kryształy mieszane, izomorfizm, eutektyk), układy czteroskładnikowe. Przegląd własności fizyczno-chemicznych, a w szczególności termicznych głównych minerałów skał wybuchowych.

Z innych dzieł traktujących o poszczególnych działach chemji fizycznej minerałów zalecić można przestudjowanie

R. Marc. Vorlesungen über die chemische Gleichgewichtslehre und ihre Anwendung auf die Probleme der Mineralogie, Petrographie und Geologie. Jena, Fischer, 1911. Str. VI + 212.

J. H. Van't Hoff. Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der ozeanischen Salzablagerungen. Lipsk, 1912. Str. XX + 374.
oraz początkowe rozdziały pracy

P. Niggli. Die leichtflüchtigen Bestandteile im Magma. 47. Preisschrift d. fürstl. Jablonowskischen Ges. Lipsk, Teubner, 1920. Str. VIII + 272.

8. ROZPOZNAWANIE MINERAŁÓW (DIAGNOZA).

O dziełach i tablicach z zakresu mineralogji fizycznej, służących do oznaczania minerałów, była mowa powyżej (w § 5-tym). Metody w nich podane znajdują zastosowanie wtedy, kiedy chodzi albo o ustalenie dokładne własności minerałów albo kiedy mamy do czynienia ze skupieniami minerałów w skałach, lub też do oznaczania małych osobników. Natomiast w innych przypadkach, kiedy możemy określić postać zewnętrzną i barwę minerału, barwę,

jego rysy, zbadać twardość, łupliwość i wreszcie oddzielić drobną cząstkę i poddać ją prostym próbom dmuchawkowym lub chemicznym, znacznie prędzej dochodzimy do diagnozy zapomocą kluczów lub tablic do oznaczania minerałów na podstawie t zw. cech zewnętrznych.

Do tego celu polecić można:

Z. Rozen i St. Kamecki. Klucz do oznaczania minerałów na podstawie cech zewnętrznych i najprostszych reakcji chemicznych. Warszawa. Wende, 1908. Str. XV + 87.

A. Weisbach. Tabellen zur Bestimmung der Mineralien mittels äusserer Kennzeichen. 12 i 13 wyd. opracował Fr. Kolbeck. Lipsk, 1921. Str. VIII + 121.

P. Frazer and A. P. Brown. Tables for the Determination of Minerals by Physical Properties. Philadelphia, Lippincott Co, 1910, str. XIII + 125.

Zarówno klucz Rozena i Kameckiego wydany pod red. prof. J. Morozewicza jak i tablice Frazera wzorowane są na klasycznych tablicach Weisbacha.

Za podstawę podziału minerałów, który tutaj ma na celu tylko najprędze i najłatwiejsze oznaczenie, wzięty jest przede wszystkim połysk: metaliczny, półmetaliczny, zwyczajny. Drugi stopień klasyfikacji stanowi barwa i wreszcie zestawione są dla każdego minerału w odpowiednich kolumnach skład chemiczny, rysa, twardość, spójność, układ krystalograficzny, pokrój kryształów, łupliwość, postać i przełam skupień, uwagi szczególne, reakcje chemiczne i dmuchawkowe, a w oryginale Weisbacha i tablicach Frazera i ciężar właściwy oraz minerały towarzyszące. Natomiast polski klucz ma na początku cenne „Wskazówki“ pióra prof. J. Morozewicza, które w zwięzły i treściwy sposób podają sposób korzystania z klucza a w szczególności wykonywania prób dmuchawkowych.

Klucz taki jest *niezbędną* książką podręczną zarówno dla studenta jak i badacza.

Obszerny ale mało poręczny klucz (dla zupełnego braku nagłówków) wydał po rosyjsku:

I. I. Tanatar. Tablicy dla opredielienia minerałów po wniesznim pryznakam s pomoszczju pajalnoj trubki i mikro-skopa. Ekaterynosław 1908, str. 421 + VI, dodając do wymienionych już cech i dane optyczne.

F. Kobell. Tafeln zur Bestimmung der Mineralien mittels einfacher chemischer Versuche auf trockenem und nassem Wege. 17 wyd. oprac. K. Oebbecke. Monachjum 1921.

C. W. C. Fuchs. Anleitung zum Bestimmen der Mineralien. 7 wyd. oprac. R. Brauns. Giessen, 1921. Str. 223.

W tablicach Kobella i Fuchsa główny nacisk został położony na reakcje dmuchawkowe i chemiczne.

9. TOPIKA I MINEROGENJA (WYSTĘPOWANIE I POWSTAWANIE MINERAŁÓW W LITOSFERZE).

Topika minerałów w szerszem znaczeniu tego słowa nie mieści się już właściwie całkowicie w obrębie samej mineralogji, gdyż występowanie minerałów w skałach stanowi treść petrografji, a kruszce i minerały pożyteczne mają również swą własną literaturę, na której odbijają się wyraźnie praktyczne potrzeby.

Jako wstęp do tego działu należy przestudjować odpowiednie rozdziały z podręcznika Nigglego (por. str. 441), a następnie podręcznik petrografji H. Rosenbuscha „Elemente der Gesteinslehre“ (por. „Petrografja“). Kwestja powstawania minerałów metamorficznych wyłożona jest obszernie w dziele U. Grubenmanna „Die kristallinen Schiefer“ (por. „Petrografja“); specjalnie metamorfizie kontaktowej poświęcone są klasyczne prace H. Rosenbuscha:

H. Rosenbusch. Über die Kontaktzone von Barr-Andlau. Neues Jahrbuch für Mineralogie i t. d. 1875, str. 849.

H. Rosenbusch. Die Steiger Schiefer und ihre Kontaktzone au den Granititen von Barr-Andlau und Hohwald. Strassburg 1877. (Abhandlungen zur geol. Spezialkarte v. Elsass-Lothringen)

a z nowych dzieł:

V. M. Goldschmidt. Die Kontaktmetamorphosé im Kristianiagebiet. Kristiania, Dybwad. 1911, str. IX + 483,

które, aczkolwiek poświęcone określone mu terenowi, zawiera fakty i poglądy o zasadniczym i ogólnym znaczeniu.

Do nauki o złożach kruszców i kopalin użytecznych można wziąć jedno z następujących dzieł:

E. Fuchs et L. de Launay. *Traité des gîtes minéraux et métallifères.* 2 t. Paryż, Librairie Polytechnique 1893, str. CXI + 823 + 1015.

Autorowie podają następujący plan opracowania:

1. Istota i charakter badanej substancji; jej własności fizyczne i chemiczne; zastosowania, główne ośrodki produkcji; przybliżona wartość.

2. Opis złoża, zawierający historję, geologję terenu, geologję samego złoża, metody eksploatacji, przeróbki i transportu; dane statystyczne i handlowe.

Obszerne i doskonale opracowane dzieło; porządek wykładu jest mineralogiczny.

F. Beyschlag, P. Krusch und J. H. L. Vogt. *Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine nach Form, Inhalt und Entstehung.* 3 tomy. Stuttgart, Enke 1910, 1913; dotychczas wyszły t. I str. XXXII + 509, t. II str. XXVII + 727 (2-gie wydanie z r. 1914, 1921).

R. Beck. *Lehre von den Erzlagerstätten.* 2 tomy Berlin, Bornträger. 1909, str. XI + 540 + X + 542.

A. Stelzner—A. Bergeat. *Die Erzlagerstätten,* 2 tomy. Lipsk, Felix 1904, 1905 — 1906, str. VI + 1330.

J. A. Phillips. *A Treatise on Ore Deposits.* 2 wyd. oprac. H. Louis. Londyn, Macmillan & Co. 1896. Str. XXII + 943.

G. P. Merrill. *The Nonmetallic Minerals. Their Occurrence and Uses.* 2 wyd. New York, Wiley & Sons, 1910.

K. Mieleitner. *Die technisch wichtigen Mineralstoffe. Uebersicht ihres Vorkommens und ihrer Entstehung.* Monachjum i Berlin, Oldenbourg, 1919. Str. VI + 195.

Istnieje dzieło poświęcone specjalnie t. zw. „porwakom“, czyli odłamkom skał i minerałów zawartym w skałach wybuchowych i przez nie przeobrażonym:

A. Lacroix. *Les enclaves des roches volcaniques.* Macon 1893, str. 710.

Zagadnienia dotyczące *paragenezy*, t. j. wspólnego występowania różnych minerałów, obecnie pojmujemy szerzej niż dawniej, włączając tu wszelkie znane skupienia minerałów. Omówienie ich znaleźć można w dziełach petrograficznych i w monografiach poszczególnych złóż. Z dawnej literatury istnieje klasyczne studjum

A. Breithaupt. Die Paragenesis der Mineralien. Freiberg, 1849. Str. 276.

I wreszcie pseudomorfozom poświęcona jest praca

J. R. Blum. Die Pseudomorphosen des Mineralreichs. Stuttgart, 1843. Str. 378, z uzupełnieniami z r. 1847, 1852, 1863, 1879.

10. MINERALOGJA SZCZEGÓŁOWA.

Prace z zakresu mineralogji szczegółowej są przeważnie rozsiane po czasopismach; szukać należy ich przy pomocy dzieł podręcznych i skorowidzów. Obfite wykazy odbitek prac znaleźć można w katalogach firmy Max Weg w Lipsku w rubryce poszczególnych minerałów.

Obszerniejsze dzieła mamy dotychczas tylko w dziale *drogich kamieni*. Stoją one na bardzo różnym poziomie — od monografij naukowych aż do gawęd popularnych.

Przystępnie napisane jest obszerne dzieło, w którym obok wiadomości szczegółowych mamy i opis metod do badania drogich kamieni:

M. Bauer. Edelsteinkunde. Eine allgemein verständliche Darstellung der Eigenschaften, des Vorkommens und der Verwendung der Edelsteine, nebst einer Anleitung zur Bestimmung derselben, für Mineralogen, Edelsteinliebhaber, Steinschleifer, Juweliere. 2 wyd. Lipsk, Tauchnitz, 1909. Str. XVI + 766. 21 tablic.

Mniej wyczerpująco potraktowany jest ten przedmiot w książce

P. Groth. Grundriss der Edelsteinkunde. Lipsk 1887. Str. VI + 165.

Za podręcznik nauki o drogich kamieniach może służyć również i katalog:

George P. Merrill. Handbook and descriptive catalogue of the collection of gems and precious stones in the U. S. National Museum. Smithsonian Inst. U. S. Nat. Mus. Bull. 118, Washington, 1922. Str. 225.

Metody odróżniania sztucznych kamieni drogich podaje

H. Michel. Die künstlichen Edelsteine, ihre Erzeugung, ihre Unterscheidung von den natürlichen und ihre Stellung im Handel. Lipsk, Diebener, 1914. Str. 109.

Monografię krystalograficzną *diamentu* opracowali

A. Fersmann und V. Goldschmidt. Der Diamant. Heidelberg, Winter, 1911. Str. XVII + 274. Atlas: 43 tablice.

I wreszcie *lód* został wszechstronnie opracowany we wspólnym dziele

A. B. Dobrowolski. Historia naturalna lodu. Warszawa, Kasa Pom. im. Dr. J. Mianowskiego, 1923. Str. XI + 940, zawierającym również i dane mineralogiczne.

II. MINERALOGJA LOKALNA.

Dzieła z zakresu mineralogji lokalnej są bardzo różnorodne. Niekiedy są to wyczerpujące mineralogje szczegółowe danego kraju (np. wspaniałe 5-ciotomowe dzieło A. Lacroix „Minéralogie de la France“), niekiedy zajmują się prawie wyłącznie stroną krystalograficzną (Kokszarow „Materialien zur Mineralogie Russlands“), a niekiedy ograniczają się poprostu do suchego wyliczenia miejscowości, w których występuje dany minerał.

1. Europa.

J. Siemiradzki. Płody kopalne Polski, Lwów, Altenberg, rok wydania nie podany (1922?). Str. 256.

Jako uzupełnienie tego przystępnie napisanego dziełka należy przestudjować specjalne prace w Biuletynach i Rozprawach Akademji Umiejętności w Krakowie oraz w „Kosmosie“.

H. Traube. Die Minerale Schlesiens. Wrocław, 1888. Str. 285.

K. Schirmeisen. Systematisches Verzeichnis mährisch-schlesischer Mineralien und ihrer Fundorte. Brno, 1903. Str. 92.

E. Schulze. Lithia Hercynica. Verzeichniss der Minerale Harzes und seines Vorlandes. Lipsk, 1895. Str. 192.

O. Luedecke. Die Minerale des Harzes. Berlin, 1896. Str. 643.

A. Frenzel. Mineralogisches Lexikon für das Königreich Sachsen, Lipsk, 1874. Str. 380.

H. Arndt, O. M. Reis und A. Schwager. Uebersicht der Mineralien und Gesteine der Rheinpfalz. Monachjum, 1920.

R. Brauns. Die Mineralien der Niederrheinischen Vulkangebiete. Mit besonderer Berücksichtigung ihrer Bildung und Umbildung. Stuttgart, Schweizerbart, 1922. Str. VII + 225, 40 tablic.

R. Brauns. Die kristallinen Schiefer des Laacher-Seegebietes und ihre Umbildung zu Sandidinit. Stuttgart, Schweizerbart, 1911. Str. 61, 81 tablic.

Obie te prace Braunsa są wyczerpującymi monografjami lokalnemi.

V. von Zepharovich. Mineralogisches Lexicon für das Kaisertum Oesterreich. 3 tomy. I t. (1790—1857), II t. (1858—1872), III t. (1874—1891 i skorowidz). Wiedeń, 1859—1893. Str. XXX + 627, XIV + 436, XIV + 478. Ostatni tom wydany przez F. Beckego.

A. Sigmund. Die Minerale Niederösterreichs. Wiedeń i Lipsk, 1909. Str. 194.

A. Höfer. Die Mineralien Kärnthens. Klagenfurt, 1870. Str. 84.

A. Brunlechner. Die Minerale des Herzogtums Kärnten. Klagenfurt, 1884. Str. 130.

A. Aigner. Die Mineralschätze der Steiermark. Wiedeń, 1907. Str. 291.

G. Gasser. Die Mineralien Tirols einschliesslich Vorarlbergs und der hohen Tauern. Innsbruck, Wagner, 1913. Str. 548.

N. Kokscharow. Materialien zur Mineralogie Russlands. 11 tomów z atlasem. Petersburg, 1853—1891.

Wielkie dzieło krystalograficzne, zawierające rezultaty prac samego tylko Kokszarowa nad minerałami rosyjskimi.

W. C. Brögger. Die Mineralien der südnorwegischen Granitpegmatitgänge. I. Niobate, Tantalate, Titanate und Titanoniobate. Kristiania, 1906. Str. 162.

O. B. Böggild. Mineralogia Groenlandica. Kopenhaga, 1905. Str. XIX + 625.

Szczegółowa, napisana po duńsku monografia minerałów grenlandzkich.

Ze wszystkich monografii lokalnych bezsprzecznie na pierwszym miejscu stoi co do bogactwa treści wspaniałe dzieło:

A. Lacroix. Minéralogie de la France et de ses colonies. Description physique et chimique des minéraux, étude des conditions géologiques de leurs gisements. 5 tomów. Paryż, 1893—1913. Str. XX + 723, 804, 815, III + 923, 501.

P. Gaubert. Minéralogie de la France. Paryż, 1907. Str. 210.

F. Gonnard. Minéralogie des Départements du Rhone et de la Loire. Lyon i Paryż, 1906. Str. 122.

R. P. Greg and W. G. Letsome. Manual of Mineralogy of Great Britain and Ireland. Londyn, 1858. Str. XVI + 483.

M. F. Heddle. The Mineralogy of Scotland. 2 tomy. Edynburg, 1901. Str. LVIII + 148, VIII + 247.

J. Koenigsberger. Ueber alpine Minerallagerstätten. Abhandl. d. Kgl. Bayr. Akad. d. Wiss. 2 części. Monachjum, 1917. 3-cia część 1919.

A. Kenngott. Die Minerale der Schweiz nach ihren Eigenschaften und Fundorten. Lipsk, 1866. Str. X + 460.

L. Desbuissons. La vallée de Binn. Lozanna, 1919.

Minerałom Wezuwjusza poświęcona jest piękna monografja

F. Zambonini. Mineralogia Vesuviana. Atti della R. Accad. d. Scienze Fis. e Mat. 14, ser. 2-a. № 6, 1910. Str. 368. Uzupełnienia z r. 1915.

A. Scacchi. Catalogo dei Minerali Vesuviani. Neapol, 1887.

A. d'Achiardi. Mineralogia della Toscana. 2. t. Piza, 1872. Str. 276. 1873. Str. 402.

F. Millosevich. I 5000 elbani nel Museo di Firenze. Contributo alla conoscenza della mineralogia dell'Isola d'Elba. Pubbl. del R. Istituto di Studi Sup. Pratici e di Perfezion. in Firenze, 1914. Str. 96.

A. Fersman. Materjały k mineralogji ostrowa Elby. Moskwa. Str. 139.

S. D. Calderón. Los minerales de España. 2 t. Madryt, 1910. Str. VIII + 416, 560.

2. Ameryka.

F. C. Schrader, R. W. Stone and S. Sanford. Useful Minerals of the United States. Bull. 624 U. S. G. S. Washington, 1917. Str. 412.

Mineral Resources of the United States. U. S. G. S. Washington. Rocznik, wychodzi od r. 1882.

G. F. Kuntz. Gems and Precious Stones of North-America. New-York, 1890, 1892. Str. 367.

A. Raimondi. Minéraux du Pérou. Paryż, 1878. Str. 336.

L. Brackebusch. Las especies minerales de la Republica Argentina. Buenos-Aires, 1879. Str. 120.

J. Domeyko. Mineralogia. 3 edicion que comprende principalmente los especies minerales de Chili, Bolivia, Peru y Provincias Argentinas. Con appendice. Santiago de Chile. 1879—84.

3. Afryka.

A. Lacroix. Minéralogie de Madagascar. Tome I: géologie, minéralogie descriptive. Paryż, Challamel, str. XVI + 624 (wyszły już wszystkie 3 tomy).

L. Duparc, M. Wunder et R. Sabot. Les minéraux des pegmatites des environs d'Antsirabe à Madagascar. Mém. Soc. d. Phys. et Hist. Nat. Genewa 36, 1910, 283—410.

4. *Australja.*

A. Liversidge. The Minerals of New-South-Wales. Londyn, 1888. Str. VIII + 326.

5. *Azja.*

T. Wada. Minerals of Japan. Tokio, 1904. Str. 144, 29 tablic fot.

J. Mouschkétoff. Les richesses minérales du Turkestan Russe. Paryż, 1878. Str. 32.

Drobniejsze prace z zakresu mineralogji lokalnej i referaty o tych pracach najłatwiej znaleźć zapomocą skorowidzów Zeitschrift für Kristallographie, Neues Jahrbuch für Mineralogie i Centralblatt für Mineralogie (por. niżej).

12. METODYKA BADAŃ TERENOWYCH.

Ten dział metodyki mineralogicznej zwyczajowo bywa zaliczany do t. zw. geologii praktycznej; wobec tego w odpowiednich dziełach uwzględniane bywają przedewszystkiem potrzeby geologów. Mineralog jednak musi zupełnie tak samo jak geolog umieć obserwować zjawiska geologiczne i petrograficzne, orjentować się w mapach geologicznych i topograficznych, notować na nich własne spostrzeżenia, a w razie potrzeby nawet szkicować mapy, obchodzić się z kompasem geologicznym i barometrem aneroidowym, zbierać i znaczyć okazy i t. d. Inne działy w tych książkach dotyczą spraw już specjalnie geologa interesujących.

Najobszerniejszym podręcznikiem z tej dziedziny jest

K. Keilhack. Lehrbuch der praktischen Geologie. 2 tomy. 4-te wyd. Stuttgart, Enke, 1921, 1922.

Następujące rozdziały są szczególnie ważne dla mineraloga (cytata według wydania 2-go):

Przybory do badań w terenie. Mapy topograficzne. Odkrywki. Obserwacje petrograficzne nad skałami w odkrywkach. Struktura i spękania ciosowe. Specjalne cechy skał: twardość, zapach, barwa, zjawiska wietrzenia. Położenie warstw w przestrzeni, rodzaje uwar-

stwienia. Sfałdowanie, rozerwanie warstw, uławicenie zgodne i niezgodne, transgresja. Obserwacje nad skałami wybuchowemi. Co umieszczać na mapach geologicznych? Granice geologiczne. Formy terenu. Otoczaki rzeczne. Oznaczanie granic utworów luźnych trzeciorzędowych i czwartorzędowych. Przedstawianie złóż mających znaczenie techniczne. Profile geologiczne. Zbieranie próbek skał. Warunki obserwacji w górach, w krajach niecywilizowanych, w krainach podzwrotnikowych, na wulkanach, wydmach. Poszukiwanie złóż kopalin pożytecznych.

Zwięzłe wskazówki zawarte są w książeczkach

Sir Arch. Geikie. *Outlines of Field-Geology.* 5 wyd. Londyn, Macmillan & Co, 1902. Str. XVI + 260.

C. W. Hayes. *Handbook for Field Geologists.* 2 wyd. New-York, Wiley z Sons, 1909. Str. VIII + 159, przyczem w książce Hayesa znajdujemy bardzo praktyczne „schematy“ (kwestjonariusze) do wypełnienia, które ułatwiają wyczerpanie obserwacji w danym zakresie. Jest ich 14: 1) postać terenu, 2) petrografia, 3) budowa, 4) lodowce i moreny, 5) kruszce metali szlachetnych i pół-szlachetnych, 6) kopalnie kruszców, 7) kruszce żelaza, manganu i bauksyt, 8) kamieniołomy, 9) kamienie szosowe, 10) wapienie i margle do wyrobu cementu, 11) gliny, 12) piasek i żwir, 13) węgiel, 14) ropa i gaz ziemny.

13. MUZEALNICTWO.

Przy pracy w muzeum nad porządkowaniem, sprawdzaniem i zestawianiem okazów przydają się dzieła, z których można prędko sprawdzić, jakie miejsce zajmuje minerał w systematyce, jakie są jego główne własności, w jakich miejscowościach występuje i jakie ma tam cechy lokalne i wreszcie, jaka jest jego parageneza. Tablice Grotha, Handbuch Hintzega i System Dany oddają tu nieocenione usługi. Istnieje książka poświęcona specjalnie muzealnictwu mineralogicznemu:

W. Brendler. *Mineralien-Sammlungen, ein Hand- und Hilfsbuch für Anlage und Instandhaltung mineralogischer Sammlungen.* 2 części. Lipsk, Engelmann, 1908 - 1912. Str. VI + 220, VIII + 699.

Część pierwsza zawiera praktyczne wskazówki dla zbieraczy i popularny wykład krystalografji i mineralogji oraz krótkie wskazówki o urządzaniu muzeów. Część drugą stanowi spis miejscowości, w których występują minerały, ułożony według systematyki mineralogicznej. Wiadomości o charakterystycznych cechach poszczególnych złóż brak, można je znaleźć w dawniejszem dziele

G. Leonhard. Handwörterbuch der topographischen Mineralogie, Heidelberg, 1843. Str. XII + 593.

Wiele niezbędnych wiadomości z tego działu znaleźć można w książce

P. Groth. Die Mineraliensammlung der Kaiser-Wilhelms-Universität Strassburg. Ein Supplement zu den vorhandenen mineralogischen Handbüchern. Strassburg i Londyn, 1878. Str. X + 271.

Jest to klasyczny w literaturze opis minerałów słynnego zbioru strasburskiego.

14. LITERATURA PERJODYCZNA.

Umiejętność prawidłowego i celowego korzystania z literatury periodycznej jest niezbędna przy pracy naukowej. Zadania tej literatury są różnorodne: ma ona poddawać badaczowi nowe pomysły i zwracać jego uwagę na nowe zagadnienia, ma go chronić od uważania za nowe rzeczy, które już przez kogo innego zostały opracowane; ma mu wreszcie dać ogólny pogląd na całokształt nauki i uchronić go od zbyt daleko posuniętej specjalizacji.

Do tego prowadzi dróg wiele i rzeczą każdego jest obrąć tę, która najlepiej odpowiada jego indywidualnym zdolnościom i usposobieniu. Tutaj można podać tylko ogólne wskazówki, które należy mieć na uwadze, aby zorganizować sobie odpowiednio ten dział pracy naukowej.

Grożą tutaj dwie krańcowo sobie przeciwne ostateczności: lekceważenie lub przesadna sumienność. W pierwszym przypadku mamy do czynienia ze zbytnią obojętnością dla literatury, która sprawia, że dopiero *po opracowaniu* jakiegoś zagadnienia nieodświadczony badacz zaczyna „dobierać“ literaturę przedmiotu,

jak gdyby ta literatura była tylko jakimś zewnętrznym zwyczajowym ornamentem dzieła naukowego. W drugim zaś — chęć dokładnego przestudjowania wszystkiego, co tylko w zakresie danego zagadnienia można zgromadzić i wyszperać, zabiera zbyt wiele czasu, a nieraz wprost utrudnia wykonanie własnego badania.

Obie te ostateczności są sprzeczne z obowiązkami, jakie człowiek nauki ma wobec siebie i innych. Lekceważąc bowiem dorobek naukowy swych poprzedników, nigdy nie może mieć przeświadczenia, że jego praca dorzuca naprawdę coś nowego do nauki; zapomina przytem, że sam jest tylko jednym osobnikiem z całej rzeszy ludzi dążących do wspólnego celu. Drugi zaś typ skrajny szkodzi również i sobie i ogólnej sprawie, gdyż często poprostu gubi się w chaosie szczegółów i uniemożliwia sobie zakończenie pracy i ogłoszenie jej wyników.

Każdy uczony musi więc dbać o to, aby znaleźć właściwą drogę pośrednią.

Granicę znajomości literatury wyznacza zdolność recepcyjna i pamięć badacza. Znajdujemy tutaj ogromne różnice indywidualne. Są ludzie, którym idzie niezmiernie łatwo przyswajanie sobie faktów i wiadomości, inni znów muszą walczyć ze znacznymi trudnościami, zanim je zdołają opanować i zapamiętać. Jedni cytują na każde zawołanie szereg danych z literatury z nazwiskami, tytułami czasopism, latami a nieraz i numerami tomów i stronic, inni przypominają sobie sam fakt, ale nie wiedzą, gdzie go w literaturze szukać.

Oczywista, że im lepszą kto ma pamięć, tem wygodniej mu pracować, nie sądzę jednak, aby należało poświęcać zbyt wiele czasu pracy nad samem wyrobieniem pamięci. Powinna się ona kształcić bezwiednie w miarę postępów pracy badacza. Tembardziej, że mamy szereg środków pomocniczych, jak zbiorowe skorowidze rzeczowe czasopism, obejmujące nieraz w jednym tomie znaczne okresy czasu; oszczędzają one trudu poszukiwania po skorowidzach poszczególnych tomów i dają odrazu odpowiedni punkt wyjścia dla każdego tematu. Dalsze cytaty łatwo już bywa znaleźć w artykułach i pracach, na które wskazał skorowidz.

Najważniejszym warunkiem odpowiedniego wyzyskania literatury jest, aby czytać przedewszystkiem to, co stoi w bezpośrednim związku z tematem własnych badań i specjalnością badacza. Doświadczenie wskazuje bowiem, że tylko taka lektura zostaje odpowiednio przetrawiona, zużytkowana i zapamiętana. Na drugim miejscu należy postawić prace z bardziej odległych dziedzin, zawierające wyniki o ogólnem znaczeniu i pobudzające do nowych myśli albo choćby do krytyki. Natomiast bezcelowe i niepożyteczne naogół jest czytanie prac, które tym obu warunkom nie odpowiadają.

Początkującemu należy zwrócić uwagę na to, że bynajmniej nie zawsze należy odczytywać wszystko „od deski do deski”. Często jakaś praca czy artykuł zawiera tylko niektóre ustępy naprawdę potrzebne w danej chwili, a reszta nie wiąże się z niemi bezpośrednio. Wtedy wystarczy przeczytać starannie to co potrzebne, a resztę starannie przejrzeć. Odnotowanie rzeczy ważnych bywa niezbędne, gdyż i utrwała je lepiej w pamięci i pozwala w razie potrzeby odszukać na podstawie własnego notatnika czy skorowidza źródło. Tę samą metodę należy stosować przy czytaniu bieżących czasopism naukowych, t. j. tylko przeglądać prace i artykuły o odleglejszej treści, a czytać i odnotowywać rzeczy z własnej ściślejszej specjalności.

1. *Dziela i czasopisma ułatwiające wyszukiwanie literatury:*

International Catalogue of Scientific Literature. G. Mineralogy including Petrography and Crystallography. Publ. for the Intern. Council by the Roy. Soc. of London. Harrison and Sons (zawiera spisy rzeczy w czterech językach).

Są to roczniki z pełnemi spisami dzieł, artykułów w czasopismach, dysertacyj i t. d., ułożone według autorów, przedmiotów i miejscowości, oraz listą czasopism naukowych.

Katalog literatury naukowej polskiej wydawany przez komisję bibliograficzną Wydziału Matematyczno-przyrodniczego Akademji Umiejętności w Krakowie (wychodzi od r. 1901).

Hauptregister zu Band 1 bis 50 der Zeitschrift für Kristallographie und Mineralogie. 2 części (Autorenregister und Sachregister). Lipsk, Engelmann, 1913.

Zawiera wykaz wszystkich prac oryginalnych i referatów (z wyjątkiem referatów o książkach) jakie się ukazały w tem piśmie od r. 1877 do 1912.

Repertorium zum Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. 10 tomów za czas od r. 1830 do 1909.

Każdy tom rozpada się na spis według nazwisk autorów i według przedmiotów i miejscowości.

Ukazatel ruskoj literatury po matematykach, czystym i przykładowym jestestwiennym naukom. Kijów. Serja pierwsza (20 t.) zawiera literaturę od r. 1872—1891; serja druga od r. 1899 do 1905 (7 tomów). Zawiera również prace o mineralogji b. Królestwa Kongresowego i prace Polaków.

The Publications of the United States Geological Survey. Washington. Katalog z wykazem wydanych map, sprawozdań rocznych, biuletynów, t. zw. professional papers, mineral resources i t. d., pomiędzy któremi jest wiele dzieł treści mineralogicznej.

Katalogi № 124, 128, 129 i 172 firmy Max Weg w Lipsku, Königstr. 3 (księgarnia i antykwarnia, której specjalność stanowią mineralogja, geologja i paleontologja) zawierają mnóstwo tytułów czasopism, książek, odbitek i t. d. treści mineralogicznej. Katalogi te, aczkolwiek wydane w celach handlowych, są doskonałym źródłem bibliograficznym. To samo można powiedzieć o katalogach poświęconych poszczególnym krajom i o czasopiśmie „Der Geologe“ rozsyłanem bezpłatnie klientom przez tę firmę.

Dalszem źródłem są działy referatów w czasopismach Zeitschrift für Kristallographie, Neues Jahrbuch für Mineralogie etc., Centralblatt f. Min., Chemisches Zentralblatt, Die Naturwissenschaften, Nature (ang.), o których będzie mowa poniżej, i ogólne bibliografie.

Bibliographie de la France. Journal général de l'imprimerie et de la librairie. Paryż (110-ty rocznik wyszedł w r. 1921). Samo czasopismo jest przeznaczone przedewszystkiem dla księgarzy.

Bibliographie der deutschen naturwissenschaftlichen Literatur, Jena, Fischer. Wydawn. Biura międzyn. bibljogr. w Berlinie (od r. 1901).

2. *Najważniejsze czasopisma naukowe i wydawnictwa periodyczne.*

Rozprawy Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Akademii Umiejętności. Kraków od r. 1874. Prace mineralogiczne są drukowane w dziale A każdego rocznika.

Zawierają prace J. Morozewicza o beckelicie (1904, 216), staszycytcie (1918, 123), lubeckicie (1918, 205), St. Kreutzta o salmiaku (1909, 137), alstonicie (1909, 381), łupku granatowo-sylimanitowo-biotytowym w Tatrach (1913, 99), limburgicie (1914, 57), minerałach truskawieckich (1915, 1), gipsach polskich (1915, 169) siarce swoszowickiej (1916, 21), kalcytach polskich (1916, 55), Wł. Pawlicy o pegmatytach tatrzańskich (1913, 107), gedrycie (1914, 109), wyspie krystalicznej w Tatrach (1914, 147), prenicie (1916, 1), Garłuchowskich skałach wapienno-krzemianowych (1918, 21), St. Małkowskiego o diorycie z wysp Komandorskich (1913, 177), Z. Rozena o pilolicie z Miękinii (1913, 393), Z. Starzyńskiego o andezytach (1912, 163).

Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie. Classe des sciences mathématiques et naturelles, Kraków (od r. 1885), zawiera prace J. Morozewicza (1907, 958, 1908, 1067, 1909, 207, 1918, 4, 1918, 185), St. Kreutzta (1909, 564, 1911, 118, 1912, 400, 1912, 692, 1913, 471, 1915, 236, 1915, 387, 1916, 60, 1916, 172), Wł. Pawlicy (1915, 18, 1915, 52, 1916, 54), J. Tokarskiego (1912, 575), St. Tołłoczki (1910, 209, 1910, 219), Z. Weyberga (1906, 611).

Sprawozdania z posiedzeń Towarzystwa Naukowego Warszawskiego (od r. 1908) zawierają prace St. J. Thugutta (1905, 195; 1910: 272 i 409, 1911: 38, 77, 79, 90, 222; 1912: 59, 69, 93, 103; 1913: 1, 225, 629, 849), Z. Weyberga (1908: 35, 134, 195, 239, 241; 1909: 3, 42, 57, 136, 194, 243, 247, 359; 1910: 73, 128, 161, 262; 1911: 217, 220, 300, 486; 1913: 42, 46, 56).

Archiwum Towarzystwa Naukowego we Lwowie opublikowało w r. 1922, 1923 prace uczniów Z. Weyberga.

Kosmos, czasopismo Polskiego Towarzystwa imienia Kopernika (od r. 1876), Lwów, zawiera prace J. Morozewicza (1907, 1909) St. Kreutza (1909), J. Tokarskiego (1905, 1918/19, 1921), St. J. Thugutta (1910, 1911), St. Tołłoczki (1910), Z. Weyberga (1910, 1914).

Skorowidz „Kosmosu“ do t. I—XX (1876—1895) ukazał się we Lwowie w r. 1899.

Sprawozdania Komisji Fizjograficznej Akademii Umiejętności w Krakowie (od r. 1867).

Pamiętnik Fizjograficzny, wydawany staraniem F. Dziewulskiego i Br. Znatowicza. Warszawa, (1881—1917).

Sprawozdania Polskiego Instytutu Geologicznego. Warszawa (od r. 1920). w t. I: W. Pawlica: Ilaste rudy żelazne Starachowic; w t. II: J. Morozewicz: O miedzianicie; J. Morozewicz: O kilku amfibolach żelazisto-alkalicznych; M. Karasiński: Skład chemiczny trzech dolomitów polskich.

Prace Polskiego Instytutu Geologicznego (od r. 1921).

W t. I: St. Małkowski. Andezyty okolic Pienin.

Czasopisma obce (gwiazdką oznaczone najważniejsze):

* American Journal of Science established by Benjamin Silliman in 1818. New Haven, Conn.

Annuaire géologique et minéralogique de la Russie (od r. 1896).

Archives des sciences naturelles. Genewa (od r. 1846).

Arkiv för kemi, mineralogi och geologi utgivet af K. Svenska Vetenskaps-Akademien. Stockholm (od r. 1903).

Bulletin de la Commission géologique de Finlande. Helsingfors (od r. 1895).

Bulletin of the U. S. Geological Survey. Washington (od r. 1883).

* Bulletin de la Société française de minéralogie (od r. 1878).

Bulletin de la Société Vaudoise des sciences naturelles. Lozanna.

* Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie. Stuttgart (od r. 1900).

Comptes Rendus des séances de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève.

Comptes Rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, Paryż. W r. 1923 wyszedł t. 177-my.

* Fortschritte der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie herausgegeben im Auftrag der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft von G. Linck. 8 tomów (od r. 1911), Jena, Fischer.

Giornale di mineralogia, cristallografia e petrografia italiana. Pavia (od r. 1890).

Journal of the Washington Academy of Science.

* Mineralogical Magazine and Journal of the Mineralogical Society of Great Britain and Ireland. Londyn (od r. 1877).

* Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie. Stuttgart od r. 1832; (dawniej od r. 1807—1829: Taschenbuch für die gesammte Mineralogie von C. C. Leonhard, od r. 1830—1832: Jahrbuch für Mineralogie).

Rivista di mineralogia e cristallografia italiana. Padwa (od r. 1887).

Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaften in Wien, mathem.-naturw. Klasse. Wiedeń.

* Tschermaks Mineralogische und petrographische Mitteilungen. Wiedeń (od r. 1871).

* Verhandlungen der Kais. Russischen Mineralogischen Gesellschaft in St. Petersburg (od r. 1842., druga serja od r. 1866).

* Zeitschrift für Kristallographie (Kristallgeometrie, Kristallphysik, Kristallchemie) begründet von P. Groth (od r. 1877).

Czasopisma z zakresu nauk pomocniczych:

Chemisches Zentralblatt (referatowe), Berlin i Lipsk.

Die Naturwissenschaften (ogólno przyrodnicze), Berlin.

Geologisches Zentralblatt (referatowe), Lipsk.

Journal of the American Chemical Society, Easton, Pa.

Journal of the Chemical Society, Londyn.

Kolloidchemische Beihefte. Monographien zur reinen und angewandten Kolloidchemie.

- Nature, Londyn (referatowe).
 Physikalische Berichte, Brunświk (referatowe).
 Physikalische Zeitschrift, Lipsk.
 Philosophical Magazine, Londyn.
 Revue de géologie et des sciences connexes, Liège (referatowe).
 Verhandlungen der K. K. Geol. Reichsanstalt, Wiedeń.
 Zeitschrift für anorganische Chemie, Hamburg.
 Zeitschrift für Chemie und Industrie der Kolloide, Lipsk.
 Zeitschrift für Instrumentenkunde, Berlin.
 Zeitschrift für Physik, Brunświk.
 Zeitschrift für physikalische Chemie, Lipsk.

15. RÓŻNE KSIĄŻKI POMOCNICZE.

Synonimikę minerałów podają książki:

A. H. Chester. A Dictionary of the Names of Minerals, including their History and Etymology. New York, 1896. Str. 320.

Fr. von Kobell. Die Mineralnamen. Monachjum, 1853.

Dane liczbowe z fizyki i chemji:

Landolt-Börnstein. Physikalisch-chemische Tabellen. Herausgeg. von R. Börnstein und W. A. Roth. 4 wyd. Berlin, Springer, 1912. Str. XIII + 1913 (5-te wydanie w 2 tomach wyszło w r. 1923).

Tables annuelles de constantes et données numériques de chimie, de physique et de technologie publiées sous le patronage de l'Association Internationale des Académies par le Comité International nommé par le VII Congrès de Chimie appliquée, Londres 2 Juin 1909 (od r. 1912).

Rozdział p. t. Krystalografja i mineralogja zawiera wzory chemiczne, ciężar właściwy, stałe krystalograficzne, współczynniki załamania, dwójłomność, kąty osi optycznych. Specjalne tablice zawierają wyciągi z dzieł o poszczególnych minerałach lub grupach minerałów.

Wzory matematyczne:

O. Th. Bürklen. Formelsammlung und Repetitorium der Mathematik. Lipsk. Sammlung Göschen.

Tablice rachunkowe:

J. Ernst. Abgekürzte Multiplikations-Rechentafeln für sämtliche Zahlen von 2—1000 nebst einem Anhang enthaltend die Quadratzahlen von 1—1000. Brunświk, 1901. Str. 503.

J. Claudel. Tables: 1) des carrés et des cubes des nombres entiers successifs de 1 à 10000, 2) des longueurs des circonférences et des surfaces des cercles, 3) des valeurs naturelles des expressions trigonométriques. Paryż, 1871. Str. XXXVII + 103.

C. Naczelne zagadnienia mineralogji.

Zadaniem mineralogji jest wytłumaczenie zjawiska powstawania minerałów i ich skupień, występujących w skorupie ziemskiej, na podstawie praw fizyki i chemji. Podstawowe zagadnienie możnaby sformułować w ten sposób:

„Dana pewna oznaczona ilość substancji nieorganicznej o znanym składzie chemicznym w znanych warunkach fizyczno-chemicznych. Jakie powstaną z niej minerały, jakie będą ich własności morfologiczne, fizyczne i chemiczne, i ile będzie każdego z nich? Jak zmieni się taki układ przy zmianie warunków fizyczno-chemicznych?“

Do ostatecznej odpowiedzi na tak sformułowane pytania jest jeszcze bardzo daleko. Trzebaby znać przedtem związek przyczynowy pomiędzy wszystkimi w grę wchodzącymi czynnikami a ostatecznym wynikiem tego bardzo złożonego procesu chemicznego. Narazie mineralogja dąży do tego ostatecznego celu przez szczegółowe poznawanie własności minerałów oraz ich skupień.

Zanim bowiem będziemy mogli pytać, *dlaczego* dzieje się tak a nie inaczej w laboratorium przyrody, musimy wpiery wiedzieć, *jak* się przedstawia przebieg procesów chemicznych i jakie są ich produkty. W tem skromniejszym narazie pytaniu mieszczą się wszystkie zagadnienia mineralogji współczesnej.

Pojęcia o istocie minerałów związane są nieodłącznie z teorjami fizyki i chemji o budowie materji. Na tem polu należy oczekiwać coraz to nowych zdobyczy w miarę jak będą się

ustalały pojęcia o budowie atomów, cząsteczek, materji krystalicznej i t. zw. bezpostaciowej. To, co osiągnięto dotychczas w krytalografji z zakresu wiadomości o strukturze, stanowi dopiero pewien schemat, zgodny z wynikami badań zapomocą promieni Roentgena, schemat oparty na zewnątrznie spostrzegalnych własnościach morfologicznych kryształów, ciężarze właściwym i cząsteczkowym. Dopiero porównanie ze sobą całego szeregu różnych związków pozwoli wyprowadzić dalsze własności tych schematów i wyjaśnić zachowanie się atomów jednego i tego samego pierwiastka w różnych związkach. Oczekuje rozwiązania jeszcze i kwestja symetrii atomu i rozmieszczenia elektronów.

Z drugiej zaś strony spodziewamy się ważnych wniosków po badaniach zmian morfotropicznych, t. j. takich które zachodzą jeśli zamiast jednego pierwiastka występuje w takim samym związku inny doń podobny lub cała grupa atomów (np. *Na*, *K*, *Rb*, *Cs*, *NH₄* i t. p.). W tym celu badane są obecnie struktury związków izomorficznych.

Nawiązanie zależności pomiędzy strukturą minerałów a ich postaciami zewnątrzniemi i własnościami fizycznymi jak łupliwość, ciężar właściwy, własności optyczne, elastyczne, magnetyczne i t. d. jest również zagadnieniem aktualnem. Do tego celu służyć będzie obfity materiał statystyczny dotyczący rodzajów ścian występujących na kryształach naturalnych i sztucznych i częstości ich występowania, a pozatem i wszystkie dane liczbowe z krytalografji. I to więc zagadnienie przekracza granice samej mineralogji.

Struktury minerałów zależą przedewszystkiem od składu chemicznego. Z zestawień statystycznych wynika, że pewne określone grupy atomów powodują typowe rodzaje symetrii, a wyłączają inne możliwości. Już samo ugrupowanie minerałów podług układów wskazuje, że naogół im prostszy skład chemiczny, tem wyższa symetria może być osiągnięta (naogół tylko, gdyż znamy i minerały o skomplikowanym składzie i wysokiej symetrii jak np. granaty, regularna odmiana leucytu, sodalit, analcym).

Oprócz zjawisk izomorfizmu zarysowują się jeszcze i odleglejsze analogje, polegające na tem, że minerały chemicznie najzupełniej różne, których wzory zaledwie schematycznie są do

siebie podobne, jak kalcyt $CaCO_3$, saletra sodowa $NaNO_3$ i pirargiryt Ag_3SbS_3 , mają podobne zupełnie struktury. Ale i samo pojęcie izomorfizmu uległo w ostatnich czasach pewnemu rozszerzeniu, gdyż w związkach bardziej złożonych możliwe jest podstawianie grup chemicznie różnych bez zasadniczej zmiany typu struktury i uszczuplenia zdolności do tworzenia kryształów mieszanych,—tej najbardziej typowej cechy substancyj izomorficznych. Za przykład służyć może grupa plągjoklazów, w której cząsteczki albitu $NaAlSi_3O_8$ i anortytu $CaAl_2Si_2O_8$ zastępują się dowolnie nawzajem, pomimo iż ani Na i Ca (w stosunku 1:1) ani Al i Si nie są izomorficznymi pierwiastkami.

Czeka na objaśnienie również fakt istnienia grup minerałów o najzupełniej podobnym składzie chemicznym jak pirokseny i amfibole, które morfologicznie i optycznie są najzupełniej różne, pomimo iż krystalizują równorzędnie w układach rombowym, jednoskośnym i trójskośnym.

Do naczelných zagadnień należy również ustalenie granic egzystencji minerałów, t. j. oznaczenie granic temperatury, ciśnienia i koncentracji roztworów, przy których może powstawać i istnieć dany minerał. Doświadczenie wskazuje, że napotykamy w skorupie ziemskiej t. zw. minerały różnopostaciowe (polimorficzne) jak kalcyt i aragonit, piryty i markasyt, blendę i wircyt, ortoklaz i mikroklin; wnioskujemy stąd, że szybkość przemiany odbywającej się bez zmiany składu chemicznego w niektórych przypadkach bywa bardzo nieznaczną.

Do badania warunków egzystencji danego minerału najpewniej prowadzi synteza. Badania na tem polu prowadzone są systematycznie w ten sposób, że badacze powoli przechodzą od przypadków prostszych do coraz bardziej skomplikowanych. Cały ten dział badań fizyczno-chemicznych wymaga bodaj największych zdolności eksperymentatorskich.

Celem ostatecznym tych badań jest objaśnienie występujących w przyrodzie skupień minerałów; mineralogja opisowa przygotowuje tutaj teren, notując skrzętnie wszelkie obserwowane paragenezy. Zależność pomiędzy składem chemicznym całego złoża a występowaniem w niem tych lub innych minerałów najlepiej jest zbadana dotychczas dla skał, gdyż tutaj najłatwiej

jest wykonać analizy ryczałtowe, określające ich chemizm. Ta strona zagadnień należy zwyczajowo do petrografji. Kwestja paragenety mineralów występujących w szczelinach skalnych czeka jeszcze na opracowanie. Zagadnienie jest w tym przypadku znacznie trudniejsze, gdyż roztwór macierzysty, z którego wydzielily się minerały, usuwa się całkowicie z pod kontroli. Złoża takie powstają też nieraz stopniowo, w pewnym określonym porządku, z różnorodnych roztworów macierzystych. Zagadnieniami temi zajmuje się przede wszystkim nauka o złożach kopalin pożytecznych.

Takie są najważniejsze zagadnienia ogólnej treści; do pracy nad nimi potrzeba dużej znajomości przedmiotu, szerszego poglądu na jego istotę, instynktu, który każe badaczowi wybierać rzeczy istotne i prowadzi najprostszą drogą do rozwiązania zagadnień, i wreszcie zdolności do wytrwałej, starannej i metodycznej pracy.

Pozatem istnieje cały szereg zagadnień torujących drogę dla tamtych ogólniejszych. Tutaj należą przede wszystkim szczegółowe badania złóż mineralów w przyrodzie. Jeżeli przeglądając jakieś większe dzieło podręczne, zdumiewamy się ogromem zarejestrowanej w niem pracy, to jednocześnie na każdym prawie kroku znaleźć można jakąś lukę do wypełnienia, jakiś szereg faktów wymagających uzupełnienia lub uogólnienia, jakieś dane, któreby warto jeszcze było skontrolować. Czy to będą analizy chemiczne, jakich brak dotychczas, czy dokładne pomiary gonjometryczne lub optyczne, czy ustalenie zależności pomiędzy różnymi danymi, czy zestawienie statystyczne szeregu faktów i wyciągnięcie z niego nowych wniosków, wszystko to dać nam może nowe przyczynki i popchnąć naprzód ogólną sprawę.

Dokładniejszych wskazówek na temat wyboru zagadnień dać niepodobna; każdy musi tu już sam dawać sobie radę w miarę sił i możliwości, w zgodzie z własnym sumieniem i w zupełnym osamotnieniu na wyżynach nauki.

MINERALOGJA CHEMICZNA.

napisał

STANISŁAW JÓZEF THUGUTT.

Treść: A. Wstęp. B. Wskazówki dla studujących. C. Bibliografia.

A. Wstęp.

Treść: 1. Przedmiot i zadania mineralogji chemicznej. 2. Stosunek jej do innych nauk. 3. Zarys rozwoju zasadniczych pojęć mineralogji chemicznej. 4. Podział zagadnień: a) teren badań; b) skład chemiczny skorupy ziemskiej i minerałów skorupę tę składających; metody badania; c) synteza minerałów; d) genetyka minerałów: 1) utwory ogniowe magmatyczne, 2) utwory pneumatolityczne i hydrotermalne, 3) minerały powstałe na drodze sublimacji, 4) minerały powstałe na skutek wietrzenia, 5) osady wodne, 6) utwory przeobrażone, 7) postacie zapożyczone; e) budowa wewnętrzna minerałów; f) zastosowania mineralogji chemicznej.

1. Zadaniem mineralogji chemicznej jest poznanie składu i budowy chemicznej minerałów, wyświetlenie ich pochodzenia, wyjaśnienie przemian, przeobrażeń, którym ustawicznie podlegają. Cele pomienione osiągnąć się dają drogą analizy i syntezy, a więc na podstawie badań produktów rozkładu i odbudowy pierwotnego minerału z otrzymanych składników, mając na uwadze warunki występowania minerałów w naturze, ich para- i diagenezę. Oczywiście metody badania laboratoryjnego są ściśle chemiczne i zdobyte współczesnej chemji fizycznej znajdują tutaj pełne zastosowanie.

2. Zakres badania mineralogji chemicznej jest szcuplejszy od zakresu chemji mineralnej, która nie ogranicza się wyłącznie do połączeń występujących w przyrodzie, lecz zakreśla szersze kręgi, by cel ostateczny — wszechstronne poznanie chemizmu związków na jakiejkolwiek bądź drodze wytworzonych—osiągnąć. To samo zachodzi w stosunku do krystalografji chemicznej, budującej swe teorie na bogatym materiale związków przeważnie węglowych.

3. Tak mocno w ostatnich czasach akcentowane połączenie mineralogji z chemją nastąpiło nie odrazu. Obie gałęzie wiedzy, chociaż ze wspólnego wyrosły pnia, schodziły się i rozchodziły niejednokrotnie. Był okres, w którym w celu klasyfikowania minerałów brano za punkt wyjścia wyłącznie cechy zewnętrzne, innym razem opierano się tylko na własnościach chemicznych minerałów¹⁾.

Pierwszym, który uwzględnił w równej mierze cechy zewnętrzne i wewnętrzne minerałów przy ich klasyfikowaniu, był lekarz arabski z końca X-go stulecia Avicenna. Avicenna rozróżniał następujące grupy mineralne: kamienie, metale, ciała palne, zawierające siarkę, i rozpuszczalne w wodzie sole. Do własności chemicznych odwołuje się w roku 1669-ym również Becher w swojej „*physica subterranea*“. Pojęcie chemizmu nie było jednak w umyśle jego jasno skryształizowane. Właściwym przedstawicielem kierunku mineralogiczno-chemicznego był dopiero opat René Just Haüy. On wykazał, że różnorodność postaci poszczególnych ciał mineralnych jest tylko rozwinięciem ich postaci zasadniczej, a wielkość kątów tej postaci stanowi cechę dla każdego minerału bardzo charakterystyczną i ściśle zależną od składu chemicznego danego minerału. Wykazanie powyższej zależności oddało chemji mineralogicznej nieocenione usługi, albowiem uwaga badaczy z konieczności została skierowana na stronę chemiczną minerałów. Mnożą się prace z dziedziny analizy mi-

¹⁾ Porówn. rozdział poświęcony dziejom chemji mineralogicznej w dziele H. Koppa *Geschichte der Chemie*. 2 (1844), 79 i nast.

Odnośne wiadomości świata starożytnego streszcza traktat „o kamieniach“ Teofrasta, ucznia Platona i Arystotelesa, niedawno przetłumaczony i cennymi opatrzone uwagami przez K. Mieleitnera w *Fortschr. d. Min., Krist. u. Petr.* 7 (1922). 427.

nerałów. Darzą naukę szeregiem metod analitycznych Torbern Bergman, Klaproth, Vauquelin. Pomiędzy rokiem 1780 a 1815 wykonał Klaproth wiele setek analiz i to z precyzją i dokładnością tak wielką, że niektóre z nich zachowały pełną wartość do naszych nawet czasów, inne w miarę postępów chemji zostały tylko uzupełnione. Klaprothowi zawdzięczamy odkrycie potasu w leucycie, a także tytanu, cyrkonu, ceru i uranu. On wskazał, jak odróżnić stront od baru, jak rozpoznać telur. W okresie rozwoju teorii flogistonowej odkryte zostają ziemie alkaliczne—wapń i magnez, a później glin. Duhamel i Marggraf podają sposób odróżniania sodu od potasu zapomocą krystalizacji azotanów.

Z początkiem 19-go wieku ugruntowuje się teoria atomistyczna. Na widownię występuje znakomity chemik Berzelius. On pierwszy wyraża skład minerałów zapomocą odpowiednich wzorów i w myśl teorii elektrochemicznej szereguje je według pierwiastków elektrododatnich. Bystre oko Berzeliusa spostrzega mianowicie, że istnienie połączeń chemicznych wiąże się ściśle z własnościami elektrycznymi składników. Łączą się elektryczności różnoimienne. Krzemionka wobec ługowców i ziem alkalicznych wykazuje cechy kwasowe. Krzemiany można więc rozpatrywać jako sole kwasu krzemowego, jako prawdziwe połączenia chemiczne, stechiometrycznie ściśle określone. Takimi połączeniami chemicznymi są niewątpliwie wszystkie minerały, grupować je zatem należy na podstawie ich własności chemicznych, nie krępując się cechami zewnętrznymi.

Głęboko pomyślanej koncepcji Berzeliusa świat mineralogiczny zrazu nie docenił. Posypały się liczne zarzuty. Wskazywano fakt, że minerały pokrewne, wykazujące wspólne cechy zewnętrzne, zostałyby w ten sposób rozbite i po całym rozrzucone układzie. Urok imienia Berzeliusa był jednak zbyt wielki, aby miano z nim się nie liczyć. Powoli systematy Haüy'ego i Wernera uległy rewizji a nawet częściowej reformie w duchu Berzeliusowym. Wreszcie sam Berzelius zmienił swój układ, przyjmując później za podstawę klasyfikacji minerałów składniki elektryczne, przez co harmonja morfologicznych i chemicznych własności minerałów okazała się pełniejszą.

W roku 1819-ym, czyli w 5 lat po ukazaniu się pracy Berzeliusa, wystąpił na widownię z teorią izomorfizmu młody jego uczeń Eilhard Mitscherlich. Z chwilą pojawienia się tej teorii runąć musiała zasada Haüy'ego o ścisłej zależności postaci zewnętrznej minerałów od ich składu chemicznego. Mitscherlich wykazał bowiem, że analogicznie zbudowane związki chemiczne podobną, a często nawet identyczną posiadają postać, że tego rodzaju związki mogą się wzajemnie zastępować, czy tworzyć mieszaniny o dowolnym stosunku pojedynczych składników, nie zmieniając wcale postaci krystalicznej. O możliwości zastąpienia potasu amonem w ałunie, z zachowaniem pierwotnej jego postaci, wspominał wprawdzie kilka lat wcześniej Fuchs. Atoli fakt ten, zanotowany pojedynczo, nie zwrócił na siebie należytej uwagi. Dopiero na szerokich podstawach oparte spostrzeżenia Mitscherlicha pochwyciono w lot. Posypały się liczne prace, potwierdzające myśl Mitscherlicha. Zajęto się niemi gorliwie w pracowni Berzeliusa i wykazano zupełną ich słuszność. Henryk Rose wykrył obecność mieszanin równopostaciowych w piroksenach, Bonsdorff w amfibolach, Bredberg i hr. Trolle-Wachtmeister — w granatach i t. d.

W rezultacie uznano układy wyłącznie na chemicznych oparte podstawach za zbyt jednostronne i przerzucono się w kierunku wręcz przeciwnym: podstawą klasyfikacji minerałów stały się znów ich cechy krystalograficzne. Rolę przodującą odegrał w tej akcji Mohs. Nad uzgodnieniem obu kierunków pracowali później Beudant, Gmelin, Naumann.

W czasach ostatnich mineralogja zaczyna się usamodzielniać, przestaje być stosowaną krystalografją czy chemją, stwarza ona własne metody badania, własne upatruje cele. Na pierwszy plan wysuwa się obserwacja przyrody. Procesy zachodzące w naturze są podpatrywane i studjowane z drobiazgowością dotąd niebywałą; kontroluje się je doświadczeniem laboratoryjnym; doszukuje zależności postaci minerałów od ich wewnętrznego składu i ustroju; bada ich genezę, przemiany, jakim ustawicznie podlegają; ustala granice trwałości poszczególnych minerałów; rozważa ich wzajemny stosunek, wzajemne na siebie oddziaływanie. Stąd potrzeba poznania konstytucji, budowy wewnętrznej mine-

rałów. Pole pracy olbrzymie. Stało ono dotąd odłogiem. Błąd szczęśliwie spostrzeżono. W kilku warsztatach praca wre i kipi, a dzielnie im przoduje instytut geofizyczny w Waszyngtonie, kierowany sprężystą ręką Artura Day'a.

4. Zagadnienia stanowiące przedmiot mineralogii chemicznej będziemy rozważać w następującej kolei.

a) Przedewszystkiem więc *teren badań*. Terenem tym jest skorupa ziemska, a właściwie jedynie nam dostępna wierzchnia jej powłoka, do głębokości mniej więcej dwudziestu kilometrów. O tem, co się w głębi ziemi dzieje, słabe, a raczej żadnego nie mamy pojęcia. Wnętrze to jest w stanie równowagi termodynamicznej i na powierzchnię nie oddziałuje¹⁾. Co zaś do cienkiej powłoki ziemskiej, to tu odróżniamy kilka poziomów, z których każdy inną wykazuje temperaturę, inną posiada zawartość wody i pod innem znajduje się ciśnieniem. Stąd różnorodność składu i różnaitość natury chemicznej i fizycznej minerałów w strefach tych zawartych i konieczność przekształceń i przeobrażeń w przypadku przejścia z jednej strefy do drugiej.

b) Następne zagadnienie dotyczy *składu chemicznego skorupy ziemskiej*, czyli składu tego środowiska, w którym minerały powstają, przeobrażają się, wreszcie ostatecznemu ulegają rozkładowi. Dopóki mamy do czynienia z atmo- i z hydrosferą, zadanie jest proste. Inaczej z litosferą, gdzie różnaitość jest już wielka. Pomimo to i tu osiągnięto wyniki pomyślne. Przeciętny skład skorupy ziemskiej, wziętej jako całość, mało się różni od przeciętnych, osiągniętych dla poszczególnych krajów Europy czy Ameryki²⁾. Większość pierwiastków występuje w postaci nielicznych kombinacyj mineralnych, nacechowanych pewną

1) Patrz W. I. W e r n a d s k i j. Mineralogja. Moskwa, 1910. Wyd. 3-ie. Wstęp.

2) Ciężar właściwy skał wybuchowych pozostaje w stosunku odwrotnym do ich średniego wyniesienia ponad poziom morza. W okolicach oceanicznych występują cięższe masy, aniżeli w okolicach kontynentalnych (izostazja). H. S. Washington. Smithsonian report for 1920, 269 — 320. Washington, 1922. Ref. w N. Jahrb. f. Min. 1 (1924), 40—43.

jednostajnością. Główną masę skorupy ziemskiej stanowi nie więcej niż trzydzieści minerałów. Do najpospolitszych w tej liczbie należą skalenie, kwarc, augity, amfibole, łyszczyki. Każdy minerał, jak to słusznie zaznacza W. I. Wernadskij¹⁾, jest tylko czasowem ogniwem określonego chemicznego procesu, stale i nieodwołalnie powtarzającego się w naturze. Reakcje chemiczne, zachodzące w skorupie ziemskiej, mają charakter kołowy, stanowią szereg cykli, powtarzających się w ściśle określonym porządku.

W celu poznania składu chemicznego minerałów stosujemy metody zarówno chemiczne jak i fizyczne. Obie się wzajemnie uzupełniają, pomijać nie należy żadnej. O doniosłości metod fizycznych mówi choćby epokowe, przed ćwierćwieczem dokonane odkrycie radu w blendzie uranowej przez małżonków Piotra i Marję ze Skłodowskich Curie. Samo wykrycie pierwiastków i ich wzajemnego stosunku jeszcze nie przesądza indywidualności minerału. Wszak jedne i te same pierwiastki wchodzić mogą w skład rozmaitych minerałów. Dopiero bliższe określenie własności fizycznych może nas objaśnić, z którą z odmian polimorficznych mamy do czynienia. Diagnostykę minerałów upraszczają niezmiernie metody mikrochemiczne, po raz pierwszy zalecone przez Lemberga²⁾. Dotyczą one, jak dotąd, nielicznych jednak dziedzin. O stosowaniu ich na całym obszarze mineralogji narazie niema jeszcze mowy.

Pierwiastki wykrywamy albo na drodze suchej, albo też na mokrej. Sposób pierwszy, zwany analizą dmuchawkową, zaleca się wielką prostotą, nie wymaga kosztownej i skomplikowanej aparatury i szybko prowadzi do celu.

Rozbiorowi ilościowemu podlegać może i powinien materiał zupełnie jednorodny. Osiągnąć taki materiał jest niestety bardzo trudno. Stąd uderzająca rozbieżność wyników analitycznych. W celu usunięcia wrostków, domieszek ciał obcych, produktów rozkładu i wietrzenia stosujemy metody zarówno chemiczne jak i mechaniczne. Np. minerały rozpuszczalne ługujemy wodą,

¹⁾ I. c. str. 16.

²⁾ Patrz bibliografję, str. 523 i nast

pozostałość nierozpuszczalną usuwamy przez filtrowanie. Tak wyosobniamy wrostki hematytu w karnalicie. Domieszki węglanów w krzemianach usuwamy rozcieńczonym kwasem azotowym w temperaturze pokojowej. Możemy też działać, jak to zalecił Lemberg¹⁾, wodnym roztworem salmiaku. Powstaje w ten sposób ulatniający się węglan amonowy i łatwo dający się wypłókać chlorek wapniowy. Pikotyt, według zaleceń Lemberga, oddzielamy od krzemianów fluorowodorem²⁾, augit od skaleni ługiem sodowym³⁾ i t. p.

W rzędzie sposobów mechanicznych pierwsze miejsce zajmuje metoda statyczna, polegająca na zanurzaniu odpowiednio sproszkowanego minerału w cieczach ciężkich. Minerale lekkie spływają, ciężkie toną i w ten sposób mogą być oddzielone. Gdy mamy do czynienia z minerałami bogatymi w żelazo, wówczas cenne usługi oddać może elektromagnes. W ten sposób oddzielić można od skaleni żelazisty augit, amfibol lub biotyt. Wyodrębniony produkt bada się pod mikroskopem, przy zastosowaniu metod optycznych, a gdzie to jest możliwe — i mikrochemicznych i po stwierdzeniu zupełnej jednorodności poddaje się go analizie chemicznej.

c) *Synteza*. Poznanie minerałów nie byłoby zupełne, gdybyśmy się ograniczyli jedynie do opisanie ich postaci zewnętrznej i do wyświetlenia ich składu chemicznego. Dążeniem mineraloga jest jeszcze, żeby minerał, występujący w przyrodzie, odtworzyć w pracowni w warunkach, o ile możliwości odpowiadających warunkom naturalnym. Synteza kontroluje wyniki analizy, rzuca niekiedy światło na budowę chemiczną minerałów, wyświetla ich genezę. Syntezę na różnej osiagamy drodze, podobnie jak różnym bywa sposób tworzenia się minerału w naturze. Ten sam minerał krystalizuje raz z magmy ogniowej, innym razem z wodnego wydziela się roztworu. Warunki otoczenia, utwory paragenetyczne w każdym z tych przypadków będą inne. To też trafną

¹⁾ Zeitschr. d. d. Geol. Ges. **24** (1872) jak również rozprawa magisterska. Dorpat, 1872. Str. 42.

²⁾ Tamże, str. 4.

³⁾ Zeitschr. d. d. Geol. Ges. **35** (1883), 560.

i celową będzie ta tylko synteza, która odtworzy wszystkie szczególności reakcji zachodzącej w przyrodzie.

O ile synteza minerałów krystalizujących się ze stopów zbyt trudności nie nastęcza, o tyle kłopotliwszą staje się procedura hydrochemiczna, zwłaszcza gdy w wyższej wypadła temperatura. Tutaj technika ma wiele jeszcze do powiedzenia. W naturze wchodzi poza to pewien ważny czynnik w grę, którego w pracowni naśladować niepodobna. Jest nim mianowicie czas. Usiłujemy go wprawdzie zastąpić, poddając reakcjom ciała możliwie dokładnie sproszkowane i podnosząc odpowiednio temperaturę. Wyniki jednak rzadko są zadowalające, szczególnie gdy ma się utwory krystaliczne na celu. Ciśnienie, odgrywające w naturze rolę niekiedy wielką (weźmy choćby pod uwagę minerały wchodzące w skład łupków krystalicznych), stanowi dla eksperymentatora szkopuł, jak dotąd, nie dający się pokonać.

Poza produktami laboratoryjnymi na baczność uwagę zasługują syntezy przypadkowe, dochodzące do skutku np. w piecach wielkich przy przerobach hutniczych. Tu należą też utwory rurociągowe, doprowadzających wodę termalną, wykwyty starzych murów i t. p.

Pierwszym badaczem, który się uciekł do eksperymentu w celu wyświetlenia genezy minerałów, był James Hall, uczeń Huttona. Interesowała go sprawa powstawania marmuru, utworu w mniemaniu Huttona ogniowego. Próby, podjęte w roku 1788-ym, dopiero po trzech latach pomyślnym uwieńczone zostały wynikiem. Po czterystu daremnych usiłowaniach udało się wreszcie Hallowi przetopić kredę na wapień ziarnisty. Przeskok od techniki pierwszego eksperymentu, wykonanego w lufie karabinowej, do sposobów w dzisiejszej dobie używanych jest olbrzymi. I jeżeli chodzi o ścisłość, to fakt topliwości węgla wapniowego został naprawdę dopiero w ostatnich latach stwierdzony przez Boekego¹⁾. Potrzebną do tego była aparatura, o jakiej Hall nie mógł nawet marzyć²⁾.

¹⁾ N. Jahrb. f. Min. 1 (1912), 91.

²⁾ Doświadczenie Boekego powtórzyli w roku zeszłym F. H. Smith i L. H. Adams, stosując aparaturę jeszcze bardziej udoskonaloną. Autorowie ci stwierdzili, że punkt topliwości węgla wapniowego leży w temperaturze

Szczególnie bujnego rozkwitu doznała mineralogja doświadczalna we Francji¹⁾. Na arenie naukowej widnieją nazwiska takich badaczy, jak I. Gay-Lussac, który pierwszy wprowadził w zetknięcie parę wodną z parami chlorku żelazowego, żeby wyświetlić genezę hematytu, inkrustującego szczeliny law Wezuwjusza. Po nim analogiczną metodę stosował G. A. Daubrée, gdy J. Durocher, interpretując genezę pewnych kruszców, działał gazami na rozpalone ciała stałe. H. de Sénarmont ogrzewał w tym samym celu wodne roztwory pewnych związków metalicznych w rurkach szklanych z obu końców zatopionych. Ch. i G. Friedel, a także E. Sarasin, operując w autoklawach stalowych, wyłożonych platyną, w temperaturze przenoszącej 400°, otrzymali na drodze mokrej kilka ważnych skałotwórczych minerałów z grupy skaleni, skaleniowców, pozatem kwarc, korund, diaspor i kilka innych. A. C. Becquerel wykonywał swe syntezę w zwykłej temperaturze, posługiwał się przytem pierwszy prądem galwanicznym. P. Berthier i J. J. Ebelmen wykonali szereg bardzo interesujących syntez mineralnych w piecach sewskiej fabryki porcelany. Badacze ci po raz pierwszy zastosowali topniki, w rodzaju fluorku wapniowego lub kwasu borgego. P. Hautefeuille używał w tym samym celu wolframanu albo wanadynianu sodowego, przyczem osiągnął, poza skaleniami, kwarc, trydymit, rutyl i kilka tytanianów w stanie krystalicznym. H. Sainte Claire Deville posługiwał się przy syntezach pewnych tlenków metalicznych gazami w rodzaju wodoru, chlorowodoru, fluorku krzemowego, które traktował jako „agents minéralisateurs“, czyli czynniki nie wchodzące w skład otrzymanych produktów, lecz ułatwiające ich powstanie i krystalizację. H. Moissan dokonał swej rozgłośnej krystalizacji węgla w postaci diamentu, ogrzewając przesycone węglem żelazo w piecu elektrycznym własnej konstrukcji.

1339° pod ciśnieniem 779000 mm., a więc wyżej punktu topliwości określonego przez Boekego; pozatem zaprzeczyli istnieniu odmiany α — $CaCO_3$, powstającej jakoby w temperaturze 970°. N. Jahrb. f. Min. 1 (1924), 19. ref.

¹⁾ Z rozwojem techniki eksperymentalnej, z materiałem na drodze syntetycznej uzyskanym zapoznać się można w dziele P. N. Czjrwinskiego: „Iskustwiennoje počuczenie minerałow“, wydanem w Kijowie pomiędzy rokiem 1903 a 1906. Tam też podana jest literatura przedmiotu.

Podobnie jak Berthier i Ebelmen we Francji, tak w Polsce K. Koziorowski¹⁾ i J. Morozewicz²⁾ zrobili z pieców huty szklanej Targówka pod Warszawą użytek, ażeby cenne wykonać syntezy. Operowano ilościami dużemi w tyglach półtoralitrowych z gliny ogniotrwałej, przyczem pierwszy z tych badaczy zdołał otrzymać krystaliczny oligoklaz, augit i oliwin. Morozewicz w swej przełomowej, prawdziwie na wielką skalę zakrojonej pracy osiągnął zgórá dwadzieścia najważniejszych skałotwórczych minerałów. Stopy, wagi niekiedy stofuntowej, po dziesięcioletniemu przebywaniu w piecu w temperaturze 1200°-ej, przenoszone były do miejsc z temperaturą 500°—600°, a potem dopiero studzone. Stopy przesycone gliną wydzielaly korund czworakiego typu, zależnie od składu ogrzewanej mieszaniny. Z innych produktów syntezy wymienić należy hematyt, kwarc, trydymit, spinele, sylimanit, kordjeryt, enstatyt, hypersten, augit alkaliczny, diopsyd, oliwin, biotyt, sanidyn, labradoryt, anortyt, melilit, nefelin, sodalit, nozean i hauyn. Minerale te były badane nie tylko optycznie, lecz w wielu przypadkach i chemicznie.

Interesującą syntezę hematytu wykonał Henryk Artowski³⁾. Wzorując się na eksperymentach H. Sainte Claire Deville'a i innych, czynnych w tej dziedzinie, przepuszczał on pary salmiaku ponad zardzewiałem żelazem w temperaturze 700°. Produkt iryzował tak, jak to czynią pewne naturalne hematyty.

O ile dążeniem eksperymentatorów szkoły francuskiej było przeważnie odtwarzanie minerałów w pracowni w postaci i w warunkach mniej lub więcej odpowiadających warunkom zakreślonym przez przyrodę, o tyle badacze niemieccy starali się dokładniej wniknąć w mechanikę zachodzących w przyrodzie reakcyj i już wcześniej jęli wykreślać granice trwałości pewnych minerałów.

¹⁾ Warszawskija Uniwersiteckija Izwiestjia (1888) № 1. Str. 1—9.

²⁾ Opyty nad obrazowaniem minerałów w magmie. Warszawa, 1897 i w Tschemaks Min. u. Petr. Mitteilungen 18 (1898), 1—90 i 105—240. Szczegółowo praca ta była omówiona we „Wstępie do petrografji“, str. 229 tomu niniejszego.

³⁾ Zeitschr. f. anorg. Chemie 6 (1894), 377.

Gustaw Rose uczynił to np. dla kalcytu i aragonitu. H. Credner, H. Vater, H. Leitmeier, F. Cornu i kilku innych badali wpływ domieszek ciał obcych na pokrój i rodzaj symetrii wydzielającego się z roztworu węglanu wapniowego. W dziedzinie metodyki eksperymentalnej wysuwa się na czoło C. G. Schafhäutl, któremu zawdzięczamy pierwszą syntezę kwarcu, wykonaną w roku 1845-ym w kotle Papina w wyższej temperaturze i pod odpowiednim ciśnieniem. W roku 1847-ym F. Wöhler otrzymuje krystaliczny apofilit przez ogrzewanie sproszkowanego minerału z wodą w rurce szklanej, z obu końców zatopionej, w temperaturze 180°—190°. Eksperyment ten, znany zresztą z drugiej tylko ręki ¹⁾, oddziałał zapładniająco na wielu badaczy, jak H. de Sénarmont, C. Doelter, J. Lemberga, bardzo zasłużonych na polu mineralogji doświadczalnej.

Olbrzymie zdobycze, jakimi się zaznaczyła chemja fizyczna z końcem 19 go stulecia, nie uszły uwagi przedstawicieli wiedzy mineralogicznej. Ich syntezy już nie noszą cech przypadkowości, lecz stają mocno na gruncie fizyczno-chemicznym. Podstawowe studia w tej dziedzinie wykonali J. H. L. Vogt, J. H. Van't Hoff, Meyerhoffer, Le Chatelier, Artur Day z całym sztabem współpracowników. Skądinąd czynni tu byli C. Doelter, R. Brauns, F. Rinne, J. Koenigsberger i Müller, P. Niggli, H. E. Boeke, E. Baur i wielu innych.

Z Polaków dużą ruchliwością w dziedzinie doświadczalnej odznaczył się Zygmunt Weyberg ²⁾. Jemu i jego uczniom zawdzięczamy bardzo interesujące studia z zakresu pirogenezy sodalitów Hydrogenezą tych związków zajmował się nieco wcześniej St. J. Thugutt ³⁾.

¹⁾ St. J. Thugutt. Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz. 6 (1913), 646.

²⁾ Prof. i prace Tow. Bad. Przyr. Uniw. Warsz. w latach 1904, 1905, 1906, 1909; Centralbl. f. Min. (1904) № 23, (1905) № 5 i № 21, (1908) № 11, № 13 i № 17; Chemik Polski (1906) №№ 30, 31, 32, 45, 46, 47, 48; Prace Tow. Nauk. Warsz. (1908) № 1; Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz. 1 (1908), 3 (1910), 4 (1911), 6 (1913); Travaux du Musée Geol. Pierre le Grand près l'Acad. de Sc. de St. Petersburg 5 (1912).

³⁾ Zeitschr. f. anorg. Chemie 2 (1892), 65—130.

d) *Genetyka minerałów*. Dwa istnieją okresy, w których przyroda szczególną ujawnia skłonność do tworzenia wielkich złóż mineralnych z roztworów względnie stężonych ¹⁾. Pierwszy— to okres wydzielania się minerałów z magmy ogniowej, drugi jest okresem tworzenia się osadów chemicznych i mechanicznych w temperaturze niskiej. Utwory pneumatolityczne i hydrotermalne należą do okresu środkowego. Minerale, w którymkolwiek z tych okresów wytworzone, pozostają dopóty w równowadze, dopóki nie nastąpi zmiana zewnętrznych warunków istnienia. Z tą chwilą nowe zachodzą przeobrażenia.

1. Utwory ogniowe magmatyczne. O utworach mineralnych okresu pierwszego była mowa we „Wstępie do petrografji“ str. 137 i nast. niniejszego tomu. Istniejące zależności ujmuje reguła faz, wprowadzona do nauki przez Gibbsa. Skład mineralogiczny zespołu utworów krystalizujących się współcześnie z magmy jest zawsze określony jednoznacznie, gdy wiadomy jest skład chemiczny i parametry termodynamiczne układu. Odwrotnie — ze składu mineralogicznego i struktury jakiegoś typu skalnego możemy wnioskować o jego pochodzeniu. Badania w tej dziedzinie posunęły się znacznie naprzód, jednak wiele zostało jeszcze do zrobienia. Duże trudności badaczom nasuwają układy wieloskładnikowe. Na miejsce naczelne wysuwa się sprawa stosunków paragenetycznych. Zrozumiemy tedy, jak wielką jest zasługa Breithaupta, który już w roku 1849-ym poświęcał paragenecie minerałów szczególną uwagę. Z nowszych prac w tym kierunku należy wymienić artykuł J. Koenigsbergera ²⁾ i już poprzednio cytowany podręcznik Niggli'ego ³⁾, ujmujący pomienione sprawy z punktu widzenia spóczesnych teorii fizyczno-chemicznych.

W układach jednoskładnikowych istnienie kilku faz dla stanu stałego czyli polimorfizm jest zjawiskiem pospolitem. Odmiany wielopostaciowe dzielimy z Lehmannem na enancjotropowe,

¹⁾ P. Niggli. Lehrbuch d. Mineralogie. Berlin, 1920. Str. 636. Drugie wydanie tego nawskroś oryginalnego podręcznika ukazało się w roku bieżącym.

²⁾ W Doeltera: Handb. d. Mineralchemie II 1) 27—61.

³⁾ Lehrb. d. Min. 472—637.

posiadające stałą temperaturę przemiany, i na monotropowe — nieodwracalne, jak węglan wapniowy. Dla każdej odmiany istnieją ściśle określone granice trwałości, stanowiące ważny punkt oparcia przy rozstrzyganiu spraw związanych z genetyką minerałów. W ten sposób posługujemy się np. kwarcem jako termometrem geologicznym. Przemiana trygonalnej krzemionki β w odmianę heksagonalną α następuje w temperaturze 575° ¹⁾. Napotykając w przyrodzie kwarc β , wnosimy, że zarówno on jak i minerały paragenetycznie z nim związane powstały w temperaturze niższej od 575° .

Bezwzględnie trwałą może być tylko jedna z odmian polimorficznych, co nie przeszkadza, że odmiany mniej trwałe, zależnie od warunków, istnieć mogą bardzo długo. Rozpuszczalność odmian nietrwałych jest większa aniżeli odmian trwałych. Aragonit jest więc łatwiej rozpuszczalny od kalcytu. Analogicznie z rozpuszczalnością zachowuje się też prężność pary. Wykaz minerałów polimorficznych znajdujemy u Niggli'ego²⁾. W osobnej rubryce podane są granice trwałości poszczególnych minerałów i warunki ich tworzenia się w naturze.

Decyzja, kiedy mamy z ogniowym, a kiedy z wodnym utworem do czynienia, niezawsze bywa łatwą. Kryterja skądinąd ważkie, jak parogeneza, obecność charakterystycznych wrostków, syntezy laboratoryjne, zawodzą. Pomocną może być niekiedy barwa minerałów. Barwa jednolita utworów ogniowych jest zawsze stała. Barwa zmienna dowodzi hydrogenezy zabarwionego minerału, zwłaszcza gdy w roli czynnika barwiącego występuje faza koloidalnie rozproszona³⁾.

2. Utwory pneumatolityczne i hydrotermalne. Magma ogniowa, poza składnikami trudnotopliwymi, zawiera

¹⁾ Odmian polimorficznych krzemionki istnieje sześć. Pierwsze studia w tej dziedzinie zawdzięczamy Le Chatelierowi (1889). Po nim byli tu czynni O. Mügge, F. E. Wright i E. S. Larsen. Porównaj też t. IV Poradnika dla Samouków w opracowaniu profesora Stefana Kreutza. Warszawa, 1924, str. 10—11.

²⁾ Lehrb. d. Min. 335—341.

³⁾ St. J. Thugutt. Sur la genèse du diamant. *Revue Scient.* 61 (1923), 97.

ciała lotne, takie jak H , N , Cl , Fl , S , SO_2 , CO_2 , CO , H_2S , HCl , HFl , $SiFl_4$, B_2O_3 . Co do pary wodnej, o której obecność czy nieobecność w magmie spór wiodą uczeni, to ona jest zapewne produktem utlenienia wydalonego z magmy wodoru ¹⁾, po części sącząca się w głąb ziemską wodą zaskórną lub morską. Nie-wszystkie z pomienionych gazów występują jednocześnie. Często ma przewagę ta lub inna ich grupa. Zawarte w magmie gazy zmniejszają jej lepkość, obniżają punkt topliwości, i nie wchodzą w skład pierwszych wydzielin, koncentrują się w pozostałych resztkach magmy, zwiększając ich prężność. W pewnej chwili pęka pokrywa ogniska i magma gazami przepojona wlewa się w szczeliny skalne, dając początek utworom pegmatytowym, obfitującym w minerały rzadkie. W miarę obniżania się temperatury procesy pneumatolityczne przechodzą w hydrotermalne. Każdy z pomienionych okresów cechują inne zespoły mineralne ²⁾. Materiał skalny najbliższego otoczenia nie wychodzi z tej opresji cało. Ogniwa żelazikrzemianowe, stanowiące domieszkę równopostaciową utworów glinowo-krzemowych, pierwsze ulegają rozprężeniu ³⁾. Uwolniony tlenek żelazowy osiada przeważnie na płaszczyznach łupliwości skaleni, eleolitu, kankrynit, powodując czerwone ich zabarwienie. W stadjach późniejszych wytwarza się chloryt i mika, a po niej dzeolity, węglany i t. d. Co się tyczy kolejności osiadania dzeolitów w szczelinach skał ogniowych, to znana jest reguła F. Cornu ⁴⁾, według której najstarsze, a zatem w wyższej temperaturze powstałe dzeolity, mniej zawierają wody, aniżeli utwory młodsze. Regułę tę potwierdził Alfred Himelbauer ⁵⁾ dla dzeolitów występujących w melafirach po-

¹⁾ P. Niggli. Die leichtflüchtigen Bestandteile im Magma. Lipsk. 1920. Str. 220, zaznacza: „ausserdem gewährt es ausserordentliche Schwierigkeit, die Gase während der Eruption so zu sammeln, dass eine Mischung mit der Luft ausgeschlossen ist“.

²⁾ Niggli. Lehrb. d. Min. (1920), 514.

³⁾ Porówn. odnośne eksperymenty St. J. Thugutta. N. Jahrb. f. Min. t. dod. 9 (1895), 572¹⁾, 5²⁾, 585⁴⁾, 586 i 610.

⁴⁾ Oester. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenwesen 8 (1908), 89; patrz też: C. Doelter, Handb. d. Mineralchemie 2 (1914), 1), 53.

⁵⁾ Naturw. Verh. Wiedeń 8 (1910), 89 i ref. w N. Jahrb. f. Min. 1 (1912), 237.

łudniowo-tyrolskich, zaś A. Fersmann¹⁾ dla dzeolitów rosyjskich. Himmelbauer usiłował nawet domniemaną zależność uzasadnić teoretycznie, do konkretnych wyników jednak nie doszedł. Sprawę tę z innego wogóle należy ująć punktu widzenia. Dzeolity nie są jakimś utworem przypadkowym, z elementarnych zlepieniem składników, lecz stanowią produkt przeobrażania się minerałów już uprzednio istniejących²⁾. Są one ściśle związane z podłożem, z którego wyrosły i na którym osiadają. Każdemu dzeolitowi inny odpowiada minerał macierzysty: dla natrolitu jest nim nefelin, dla epinatrolitu — sodalit, dla gismondynu — hauyn, dla analcymu — leucyt. Szybkość przeobrażania się każdego z tych minerałów jest inna: łatwiej rozpada się sodalit aniżeli nefelin³⁾, łatwiej leucyt aniżeli ortoklaz. Stąd paragenetycznie z natrolitem związany epinatrolit zawsze będzie starszy i pierwszy legnie na spodzie geody. Pozatem słusznie zaznacza Brögger, że dzeolity wapniowe są młodsze od sodowych, albowiem stanowią ich wtórny produkt podstawienia.

3. Minerale powstałe na drodze sublimacji. Z chwilą, kiedy magma dociera do powierzchni skorupy ziemskiej, uchodzą jej składniki lotne, zwane fumarolami, i tworzą naloty na zastygłej lawie. Fumarole obojętne, złożone z chlorków ługowcowych, krzepną bezpośrednio w postaci salmiaku, sylwinu, soli kamiennej i t. d. Fumarole kwaśne, niosące z sobą SO_3 i chlorowódór, atakują lawę, wytwarzając siarczany i chlorki, z kolei przeobrażające się w zetknięciu z parą wodną w tlenki proste lub złożone. Fumarole, obfitujące w siarkowódór, dwutlenek węgłowy i w parę wodną, sprzyjają osiadaniu siarki. Działaniem siarkowodoru na sole metaliczne powstają siarczki. Niektórzy sądzą, że drogą pośredniej sublimacji, np. przez wzajemne oddziaływanie na siebie odpowiednich fluorków, wytwarzać się mogą nawet bardziej złożone glinokrzemiany.

4. Minerale powstałe na skutek wietrzenia. Materiał skalny, narażony na częste zmiany temperatury, kru-

¹⁾ Zeitschr. f. Krist. 51 (1912), 291. ref.

²⁾ St. J. Thugutt. Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz. 5 (1912), 61.

³⁾ St. J. Thugutt. N. Jahrb. f. Min. t. dod. 9 (1895), 568 i 585.

szeje i tem łatwiej poddaje się wpływowi atmosferycznym. Głównym czynnikiem działającym jest atoli woda. Występuje ona w roli podwójnej: w stosunku do ciał rozpuszczalnych gra rolę rozpuszczalnika, w stosunku do nierozpuszczalnych — rozczynnika. W pierwszym przypadku powstają roztwory rzeczywiste, w drugim koloidalne¹⁾. Obok tego, gdy mamy do czynienia z krzemianami, szczególniejszego znaczenia nabiera hydroliza. Wystawione na działanie wody sodality tracą nietylko chlorek sodowy, co doświadczalnie stwierdził już *Lemberg*²⁾, lecz oddają również i część sodu i glinki, przez długie lata uznawanej za składnik niewzruszalny. Skalenie alkaliczne uwalniają w tych warunkach część krzemionki, a także i ługowców. Z apofilitu ustępuje fluorek potasowy, a potem i krzemian wapniowy stopniowemu ulega rozpadowi.

Zawarty w atmosferze tlen i kwas węglowy potęgują działanie wody. Tlen przeobraża siarczki, arsenki i t. p. w łatwo rozpuszczalne w wodzie sole tlenowe. Z pirytu i markasytu powstaje obok siarczanu wolny kwas siarkowy, który nagryza nierozpuszczalne w wodzie węglany, krzemiany i t. p. Ich rozpuszczalności sprzyja też kwas węglowy. I oto powstają źródła mineralne, którymi, zależnie od natury rozpuszczonych składników, nadajemy nazwy szczaw, solanek, źródeł siarczanych i t. p.

Przechodzące do roztworu węglany, krzemiany, chlorki alkaliczne prowadzą w dalszym ciągu działalność destrukcyjną: z mineralów złożonych powstają prostsze, z bezwodnych — uwodnione i t. d. Wielką ilość produktów rozkładu i przeobrażeń wykazują krzemiany. Do końcowych należy opal, chalcedon, kwarc, hydrargilit, diaspor, żelaziak czerwony, żelaziak brunatny, wad, węglany wapnia, magnezu, boru, manganu, żelaza i alkaliów. Glinka w połączeniu z krzemionką i wodą tworzy połączenia, zwane alofanoidami. Koloidalna natura tych produktów została

¹⁾ St. J. Thugutt: O rozpuszczalności pewnych krzemianów w wodzie. Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz. 6 (1913), 629 — 653; N. Jahrb. f. Min. t. dod. 9 (1895), 559, 563, 574, 587.

²⁾ Zeitschr. d. d. Geol. Ges. (1876), 602; (1883), 584, 589. Patrz też: *Rose*. Pogg. Ann. 82, 599; *Kennigott*. Leonh. Jahrb. (1869), 329; *Guckelberger*. Lieb. Ann. 213 (1882), 186; *Gorgeu*. Ann. Chim. Phys. 10 (1887), 145.

stwierdzona wielokrotnie. Koloidy mineralne, do niedawna zapoznawane lub lekceważone, dziś zaczynają odgrywać rolę potężną. Niestety chemja koloidów stawia dopiero pierwsze kroki, a stany równowagi chemicznej w układach koloidalnych mało są dotąd zbadane. Pośrednimi produktami przemiany krzemianów bywają dzeolity, łyszczyki, chloryty, talk, epidot i t. p.

Wody rzek przenoszą rozpuszczony materiał do większych zbiorowisk. I tu zachodzi fakt znamieny: zawartość soli w rezerwuarach wielkich jest inna, aniżeli w wodach rzek sole te doprowadzających. Regulatorem, sprowadzającym taki stan rzeczy, są organizmy niższe, wchłaniające pewne tylko składniki i przetwarzające je na związki w wodzie naogół nierozpuszczalne, jak np. węglan wapniowy lub krzemionka. Pomimo to zagadkowym pozostaje ów wielki nadmiar chlorku sodowego w wodzie morskiej, będący według jednych produktem kondensacji pierwotnej atmosfery, przesyconej chlorkiem sodowym, według innych wytworem podmorskich wulkanicznych ekshalacyj.

5. Osady wodne. Ponieważ woda morska jest roztworem nienasyconym, osadu więc w zwykłych warunkach temperatury wytworzyć nie może. Krystalizacja byłaby możliwa albo na skutek parowania roztworu, albo na skutek jego wymrożenia. Przy parowaniu wody morskiej najpierwsze ulegają wysyceniu siarczany wapniowe i sól kamienna, później sole magnezowe i potasowe. Zachodzące tu zależności ujmuje znakomicie wzmiankowana wyżej reguła faz. Badanie doświadczalne wykonał Van't Hoff wraz ze swymi uczniami¹⁾. Punkt oparcia stanowiły pokłady soli stasfurckiej, należące do najkompletniejszych, gdyż nie pozbawione tak zwanego śmietnika solnego, złożonego z soli potasowych. Badania te ustaliły, że na rodzaj wydzielin krystalicznych ma wpływ decydujący temperatura. Zamiast krystalizacji z roztworu przez parowanie, którą to metodę stosował w swych doświadczeniach Usiglio, bardziej celowa okazała się metoda, polegająca na badaniu rozpuszczalności utworów solnych naprzód

¹⁾ Porówn. bardzo dobry wyciąg prac Van't Hoffa w wykładach R. Marca: „Vorlesungen über die chemische Gleichgewichtslehre“. Jena 1911, str. 137 i nast.

pojedynczo, potem parami, trójkami, czwórkami i t. d. Punkt wyjścia stanowiły cztery sole, posiadające dla każdej pary jeden jon wspólny, mianowicie $MgCl_2$, KCl , $MgSO_4$, K_2SO_4 . Badano rozpuszczalność soli tych w wodzie w temperaturze $25^\circ C$. pod zwykłym ciśnieniem. Punkty niezmiennie łączono na modelu linjami prostymi. Skład roztworu nasyconego wyrażony był w molach w odniesieniu do tysiąca moli wody. W ten sposób wykreślono diagram dla bischofitu ($MgCl_2 \cdot 6 H_2O$) i sylwinu (KCl), łączących się w karnalit, dla reichardytu ($MgSO_4 \cdot 7 H_2O$) i K_2SO_4 , łączących się w schönit, dla bischofitu i reichardytu i dla K_2SO_4 i KCl , połączeń z sobą nie tworzących. Rozpuszczając cztery wymienione sole w wodzie naraz, otrzymano układ pięcioskładnikowy, w którym cztery składniki były tylko niezależnie zmienne, gdyż z koncentracji wszystkich soli razem wziętych i koncentracji każdej z trzech soli wziętej pojedynczo wynika koncentracja czwartej.

W wodzie morskiej przybywa jeszcze jeden składnik pierwszorzędного znaczenia, mianowicie chlorek sodowy. Składnik ten występuje w nadmiarze i pierwszy wydziela się z parującego roztworu. Skądinąd obecność jonów sodowych sprzyja wytwarzaniu się nowych ciał, jak tenardyt (Na_2SO_4), glazeryt ($Na_2K_2(SO_4)_2$), astrakanit ($Na_2Mg(SO_4)_2 \cdot 4 H_2O$), leonit ($K_2Mg(SO_4)_2 \cdot 4 H_2O$), kainit ($MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3 H_2O$) i t. d. Sole wydzielające się w punkcie końcowym stanowią główną składową część pokładów stasfurckich. Tam też eksploatowany jest karnalit ($MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6 H_2O$)—ów cenny nawóz potasowy.

Z diagramu Van't Hoffa wynika, że nie stykające się z sobą dziedziny wspólnie krystalizować się nie mogą, to znaczy, że niemożliwa jest ich parageneza w przyrodzie. W temperaturze $25^\circ C$. nie może np. krystalizować się sylwin z kizerytem. Ze zmianą temperatury zmieniają się produkty krystalizacji. Inne sole krystalizują się w zatokach morza Kaspijskiego latem, inne zimą, a jeszcze inne w porze przejściowej. To samo wykazał doświadczalnie Van't Hoff dla temperatur w granicach 25° — 83° i pozyskał w ten sposób pewien rodzaj termometru geologicznego.

Diagramy przestrzenne Van't Hoffa i ich rzuty płaskie, wyrażające stopień nasycenia 1000 moli wody różnemi solami,

zostały w następstwie przez Jänecke'go¹⁾, d'Ans'a i innych zastąpione diagramami, w których sole pojedyncze lub też ich kombinacje stanowią wielkość stałą, wyrażającą się liczbą stu moli, zmienna jest natomiast ilość wody, niezbędna do rozpuszczenia pomienionej ilości soli. Jänecke zwrócił przytem uwagę na fakt niezmiernie ważny, mianowicie na to, że występujące w przyrodzie pokłady solne ulegały licznym zaburzeniom. Stąd zamiast stanów równowagi układów pierwotnych spotykamy układy wtórne, a nawet takie, które po raz trzeci uległy przeobrażeniom. Zapadanie się pokładów solnych, ich ponowne wynurzenie się nazewnątrz, połączone jest ze zmianą temperatury. Sole, zawierające wodę krystalizacji, topią się. Stan stopu może być zgodny lub niezgodny z pierwotnym składem soli. W przyrodzie niezgodność jest objawem znacznie częstszym. Astrakanit np. rozpada się w temperaturze 59,5° na loeweit i van't hoffit, z kolei loeweit ogrzany do 110° rozpada się na van't hoffit, kizeryt i 0.05% ługu. Stop ze swej strony oddziałuje na minerały otaczające, następuje wymiana jonów, powstają nowe minerały. Termometr geologiczny Van't Hoffa zachowuje więc swoją wartość jedynie w zastosowaniu do utworów pierwotnych, które żadnym przeobrażeniom nie uległy.

6. Utwory przeobrażone²⁾. O równowadze utworów czy to ogniowych, czy osadowych decydują warunki termodynamiczne. Z chwilą gdy zmienia się temperatura i ciśnienie, równowaga układu zostaje naruszona. Jakim przeobrażeniom ulegają zapadające się i wynurzające pokłady solne, mówiliśmy przed chwilą. Gdy przepojona gazami magna ogniowa wdziera się w utwór osadowy, następują zjawiska kontaktowe: utwór osadowy zostaje częściowo przez magmę wchłonięty, częściowo przeobrażony i to na dalekiej nawet przestrzeni. Zaburzeniem tektonicznym wywołany jednostronny ucisk inne znów sprowadza skutki: skały wszelakiego typu przeobrażają się w łupki uwarstwione. Akcję mechaniczną wspiera woda i ciepłota podniesiona. Wolne od ucisku miejsca zajmują twory większe, zwane porfiroblastami.

1) Patrz bibliografię.

2) Porówn. Lehrb. d. Mineralogie Niggli'ego (1920), 603 i nast.

W szczelinach narastają rozliczne kryształy, czerpiące swój materiał z najbliższego otoczenia.

Przemianę zachodzącą w niskiej temperaturze Grubenmann zwie epimetamorfozą, gdy katametamorfoza dotyczy przeobrażeń zaszłych w wysokiej temperaturze i pod wysokim ciśnieniem. Możemy więc mówić o epimetamorfozie pokładów solnych, zachodzącej już w temperaturze dużo niższej od 100°. Co do katametamorfozy, to tu wyróżniamy trzy poziomy: dolny, środkowy i górny. Każdemu z tych poziomów właściwe są pewne tylko minerały. W pasie dolnym spotykamy skalenie alkaliczne i sodowo-wapniowe, biotyt, nefelin, jadeit, skapolit, spinele, korund, sylimanit, andaluzyt, kordjeryt, granat, magnetyt. W pasie środkowym przewagę zyskuje albit i muskowit. Anortytowa cząsteczka pługoklazów ulega zoityzacji i epidotyzacji. Zamiast augitu występują amfibole, zamiast sylimanitu — cyanit. W pasie górnym już i albit warunki trwałości zatracą. Jego miejsce zajmuje po części paragonit. Wśród amfiboli przewagę mają typy sodowe jak glaukofan, gastaldyt, hastingsyt i crossyt. Łyszczyki ulegają serycytyzacji i chlorytyzacji, jednocześnie rozprężeniu ulegają związki żelazowe. Najmniej wrażliwy na powyższe zmiany kwarc ukazuje się na trzech wspomnianych poziomach.

7. Postacie zapożyczone. Skoro mowa o przeobrażeniach, to zapytujemy, czy istnieją kryteria, pozwalające ustalić jakiś bliższy związek pomiędzy minerałem macierzystym a jego produktem przeobrażenia. Pseudomorfozy ukazują nam tylko początkowe i końcowe stadia przemiany, nie mówią jednak nic o przebiegu zaszłych reakcyj. Biorąc np. pod uwagę pseudomorfozę serpentynu po oliwinie nie wiemy, czy nastąpiło tu przyłączenie wody kosztem częściowo ustępującej krzemionki i tlenku magnezowego, czy też przyłączona została i woda i krzemionka zarazem, albo czy woda nie zajęła miejsca ustępującego tlenku magnezowego, co ilustrują następujące równania:

1. $10 \text{MgO} \cdot 5 \text{SiO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O} - \text{SiO}_2 - 4 \text{MgO} = 6 \text{MgO} \cdot 4 \text{SiO}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$
2. $6 \text{MgO} \cdot 3 \text{SiO}_2 + \text{SiO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O} = 6 \text{MgO} \cdot 4 \text{SiO}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$
3. $4 \text{MgO} \cdot 2 \text{SiO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} - \text{MgO} = 3 \text{MgO} \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

Ołóż G. Bischof¹⁾ zakłada, że tego rodzaju przemiany dochodzą do skutku bez zmiany objętości, a w takim razie stosunki drobinowe oliwinu i serpentynu tak się powinny mieć do siebie jak ich ciężary właściwe. Temu warunkowi odpowiada pierwsze jedynie równanie, gdyż tu $700:552 = 3.2:2.5$. Z równania drugiego wynikałoby, że ciężar właściwy serpentynu musiałby być większy od ciężaru właściwego oliwinu, czyli że zajęłoby musiała kontrakcja. Równanie trzecie prowadzi do niemal że jednakowych ciężarów właściwych obu minerałów, co niezgodne jest z rzeczywistością. Zauważona w przyrodzie parageneza serpentynu z opalem i magnezytem stanowi cenne poparcie powyższych założeń. O tej doniosłej koncepcji Bischofa zapomniano. Nigdy się nią przynajmniej nie posługiwano. Nie wziął jej też pod uwagę Lemberg, gdy wypadło wyświecić genezę kankryny²⁾, choć myśl Bischofa nie była mu obca i wartość jej w wykładach sam wysoko podnosił.

e) *Budowa wewnętrzna minerałów.*

To, co rozumiano dotąd przez konstytucję minerałów, było i jest poniekąd zwykłym grupowaniem atomów na płaszczyźnie lub w przestrzeni na podstawie ich wartościowości. Drogę eksperymentu, po której kroczyła chemja organiczna z tak świetnym wynikiem, pomijano jakby rozmyślnie. Uciekano się wprawdzie do reakcyj zachodzących w przyrodzie, lecz zapominano, że reakcje te niekiedy służą za cenną wskazówkę, że ułatwiają orjentację i umożliwiają stawianie pytań, decydującej odpowiedzi wszakże nigdy nie dają. To też Lemberg w swoich rozważaniach nad budową krzemianów postanowił przedewszystkiem oprzeć się na eksperymencie. Po pokonaniu licznych trudności technicznych wypracował on metodę, umożliwiającą badanie produktów podstawień i rozkładu minerałów, ze składowych części pierwotne odtwarzał całości, jednym słowem szedł śladami utworowaniami przez organików. Pracując sam, większych wyników

¹⁾ G. Bischof. Lehrb. d. chem. u. phys. Geologie 2 (1851), 266. Cz. 1.

²⁾ St. J. Thugutt. N. Jahrb. f. Min. t. dod. 9 (1895), 618. Patrz też Centralbl. f. Min. (1911), 763, gdzie jest mowa o pseudomorfozie apofilitu po wollastonie.

nie osiągnął, pomimo to stworzył niewzruszone podstawy dla całych pokoleń przyszłych badaczy. Niema takiej dziedziny mineralogji chemicznej, którejby się Lemberg w twórczy sposób nie dotknął, lub którejby oryginalnie nie oświetlił. Ogrom przedmiotu, trudność zdobycia odpowiedniego materiału doświadczalnego, kosztowność aparatury, kładły wprawdzie rychło tamę polotowi górnych jego myśli, a jednak ta w tak ciężkich warunkach zdobyta puścizna naukowa Lemberga stanowi dla następców skarb zda się nigdy nie wyczerpany. Lembergowi zawdzięczamy kryterja doświadczalne, umożliwiające wyróżnianie wody krystalizacji od wody zasadowej. On wykazał istotne znaczenie prawa działania mas Bertholeta i pierwszy zwrócił uwagę na paragenetyczne stosunki pewnych pierwiastków w naturze. On udowodnił, że jony ujemne grupy sodalitowej, mianowicie Cl , SO_4 , CO_3 , S , nie są połączone z glinem lecz z sodem, zgodnie z dawniejszemi poglądami Rammelsberga. Przy pomocy reakcji podstawień nauczył on rozróżniać krzemiany metameryczne. Na tej drodze doszedł do uogólnień, z pewnością zbyt śmiałych, o dwuczłonowej budowie dzeolitów. Jeżeli Lemberg głębiej w budowę glinokrzemianów nie wniknął, to przyczyną tego była może za daleko posunięta oszczędność przy budowie przyrządów platynowych, umożliwiająca mu jedynie stosowanie roztworów stężonych, bardzo utrudniających śledzenie za przebiegiem zachodzących reakcyj.

Cenne przyczynki w dziedzinie chemji glinokrzemianów mamy do zawdzięczenia Heumannowi¹⁾. Badacz ten wykazał na podstawie reakcji podstawień, że w ultramarynie dwie trzecie części sodu odgrywają inną rolę, aniżeli pozostała część trzecia. To samo zachodzi z ultramaryną srebrową. Spostrzeżenia Heumanna potwierdził w rok później P. Silber²⁾. Zamiast roztworów wodnych, któremi posługiwał się Heumann, zastosowany był gaz chlorowodorowy. Przedmiot badań stanowił nefelin sodowy. I tu $\frac{1}{3}$ sodu zachowała się inaczej aniżeli pozostałe $\frac{2}{3}$.

¹⁾ Lieb. Ann. **199** (1879), 253; **201** (1880), 262.

²⁾ Berl. Ber. **14** (1881), 941.

Gazem chlorowodorowym posługiwali się też amerykańscy badacze F. W. Clarke i E. A. Schneider¹⁾ w celu wyświetlenia budowy pewnych krzemianów magnezowych²⁾.

Pewien wyłom w dziedzinie chemji glinokrzemianów uczynił też St. J. Thugutt, uczeń Lemberga, pracujący w warunkach o wiele korzystniejszych. Z doświadczeń jego wynika, że jądro glinokrzemianowe grup: nefelinowo-sodalitowej, skaleniuwo-lyszczykowej, kaolinowej składa się z dwóch rodników — glinotrójkrzemianowego³⁾ i glinianowego, z których ponownie może być odbudowane. Z przebiegu zachodzących reakcyj wynika, że dotychczas przyjęty ciężar cząsteczkowy pomienionych minerałów musi być co najmniej potrojony, a minerały występujące paragenetycznie w przyrodzie są właśnie temi minerałami, które przewiduje eksperyment.

Ciekawe studja nad budową i genezą siarczanów żelazowych w przyrodzie ogłosił Rudolf Scharizer⁴⁾.

Z liczby nowszych, choć już wyłącznie teoretycznych poglądów na budowę krzemianów wymienić należy heksytowo-pentytową teorię ogniw zamkniętych, rozwiniętą przez braci Aschów i uwzględniającą wyniki zarówno prac laboratoryjnych jak i reakcyj zachodzących w naturze. Dalej wymienimy teorię związków skojarzonych A. Wernera i R. Weinlanda, zastosowaną w mineralogji przez P. Niggli'ego i J. Jakoba. Według tej teorii związki nieorganiczne rozpadają się na dwie główne grupy: na związki stopnia pierwszego i na związki stopnia wyższego, inaczej związki skojarzone, skoordynowane. Do związków stopnia pierwszego należą połączenia z dwóch lub trzech pierwiastków złożone. Związki stopnia wyższego dadzą się wyprowadzić ze związków stopnia pierwszego przez ich wzajemne połączenie. Zdolność kojarzenia się cząsteczek jest wszelako ograniczona.

¹⁾ Zeitschr. f. Krist. 18 (1891), 390 i 19 (1892), 465.

²⁾ Porówn. krytyczne uwagi o tych doświadczeniach w rozprawie St. J. Thugutta. Mineralchemische Studien. Dorpat. (1891), 9.

³⁾ Porówn. bardzo trafną próbę racjonalnego słownictwa glinokrzemianów J. Morozewicza, Lwów, Kosmos 32 (1907), 496-499.

⁴⁾ Zeitschr. f. Krist. 30 (1898), 209; 32 (1900), 338; 33 (1902), 345; 37 (1903), 546; 41 (1906), 209; 43 (1907), 113; 46 (1908), 427; 52 (1913), 372.

Atomom czy zespołom atomów, bezpośrednio przylegającym do atomu środkowego, nadano nazwę atomów sfery pierwszej, gdy pozostałe odniesiono do drugiej sfery. Liczba skojarzeń rzadko bywa większą od sześciu. Gdy najwyższa liczba skojarzeń zostanie osiągnięta, powinowactwo chemiczne jeszcze się przez to nie wyczerpuje. Stąd możliwość włączenia nowych cząsteczek, ale tylko do sfery drugiej. Pozatem przyjmuje się istnienie związków skojarzonych wielojądrowych, gdzie atomy środkowe połączone są pewnego rodzaju pomostem i t. d. Teoria ta, pełna dowolności i nie oparta na doświadczeniu, nie posuwa sprawy konstytucji minerałów naprzód, podobnie jak przed niedawnem ogłoszona teoria B. Gossnera¹⁾, której tutaj streszczać nie będziemy.

Nadzwyczajne wyniki, jakie osiągnęła teoria ustroju ciał krystalicznych przez badania roentgenologiczne, zostały omówione w tomie IV Poradnika, opracowanym przez profesora Stefana Kreutza²⁾. Na podstawie badań roentgenologicznych można wysnuć i wyjaśnić własności morfologiczne i fizyczne kryształów³⁾. Na tej drodze udało się też wyodrębnić pewne ściślej z sobą powiązane zespoły atomów, odgrywające niejako rolę rodników. Diagramy Laue'go wykazały, że ustrój wewnętrzny dzeolitów, przy małej stracie wody, zachowuje ład dawny, dopiero znaczniejsza dehydratacja prowadzi do zaburzeń strukturalnych, świadcząc dowodnie, że woda dla układu nie jest zupełnie obojętna⁴⁾.

Roentgenologicznie wyświetlony ustrój minerałów czyni bardziej zrozumiałymi zjawiska ich wzrostu i rozpuszczania się. Np. ściany sześcianu soli kamiennej obsadzone są jednocześnie atomami chloru i sodu, gdy ściany ośmiościanu złożone są z atomów jednorodnych chloru lub sodu. Jony atakujące ściany sześcianu mają mniej szans umocowania się na powierzchni,

¹⁾ Centralbl. f. Min. (1921), 513 — 525; (1922), 129 — 139; 193 — 201; 600—611; 625—633.

²⁾ Warszawa (1924), 69—82.

³⁾ Porówn. cenną pracę R. L. Parkera wykonaną w pracowni Niggli'ego. Zeitschr. f. Krist. 59 (1923), 1—54.

⁴⁾ Oto powód, dla którego bogata literatura, dotycząca wody krystalizacji dzeolitów, całkowicie tutaj została pominięta.

aniżeli jony atakujące jednorodne ściany ośmiościanu. Sześcian rośnie zatem wolniej i dlatego stanowi postać dominującą.

Badania roentgenologiczne pozwoliły wnikać nieco głębiej w mechanikę reakcyj chemicznych. Architektonika odnośnych ciał decyduje o ich własnościach zarówno fizycznych jak i chemicznych. Gdy rozkładowi, wywołanemu wysoką temperaturą, podlega dajmy na to, kalcyt, to zgodnie z wewnętrznym jego ustrojem uwolnią się jony Ca i CO_3 . Jon CO_3 ulega dalszemu rozpadowi na CO_2 i O , który z wapniem wytwarza CaO już jako produkt wtórny.

Do bardzo ciekawych należą zmiany ustrojowe wywołane przez substytucję, kontrolowaną ilościowo bądź przy pomocy parametrów topowych, bądź na jednostkach sieci przestrzennej, mierzonych roentgenogramometrycznie. Weźmy np. pod uwagę krystalizujące się w układzie regularnym sole chlorku potasowego, bromku potasowego i jodku potasowego w zestawieniu z cyankiem potasowym i chlorkiem sodowym. Ustrój ich jest w zasadzie jednakowy: w sieci alkaliów tkwi sieć chlorowców, a na ścianach sześcianu występują środki płaszczyznowe. Dzieląc ciężar atomowy poszczególnych soli przez ich ciężar właściwy, otrzymujemy objętość cząsteczkową, której pierwiastek sześcienny wyobraża długość boku kostki w centymetrach. Odległość dwóch sąsiednich atomów potasu, bądź też chlorowców mierzymy roentgenogramometrycznie. Trzecia potęga tych odległości — to objętość jednostki sieci przestrzennej wyrażona w $cm^3 \times 10^{-24}$. A gdy liczbę tę pomnożymy przez ciężar właściwy, otrzymamy wagę takiej jednostki w gramach. Okazało się, że wprowadzając brom lub jod zamiast chloru, stopniowo więcej zająć musimy przestrzeni i wydłużyć boki sześcianu. Spostrzeżono dalej, że rodnik cyanowy zajmuje tyle miejsca prawie co i jon bromowy, jon zaś sodowy, zastępując potas w sylwinie, wywołuje redukcję odnośnych wymiarów¹⁾.

1) Co się tyczy *sfery oddziaływania* mineralogji chemicznej, to jest ona bardzo rozległa. Jako jedna z ważniejszych

¹⁾ Porówn. F. R i n n e. Das feinbauliche Wesen der Materie nach dem Vorbilde der Kristalle. Berlin. 1922.

podstaw wkracza ona w dziedzinę petrografji, wulkanologii, nauki o kruszcach, w dziedzinę gleboznawstwa i nauki o uprawie gleby, tak chemicznej jak i mechanicznej. W technice syntezy mineralogiczne odegrały dużą rolę przy fabrykacji kamieni drogocennych, jako to szafirów, rubinów, diamentów i t. p. Teorja krzepnięcia i struktury cementu również w mineralogji chemicznej silne znalazła oparcie.

B. Wskazówki dla studujących.

Do studjowania mineralogji chemicznej przystępować należy po zapoznaniu się z fizyką, z chemją ogólną, z mineralogją ogólną i geologją w zakresie uniwersyteckim i po przerobieniu odnośnych ćwiczeń. Wskazówki niezbędne znajdzie czytelnik w Poradniku dla Samouków. Np. w tomie drugim z roku 1917-go umieszczone są bardzo cenne uwagi profesora Smoluchowskiego o sposobie uczenia się fizyki. Co się tyczy chemji, to nie należy ograniczać się do poznania li tylko związków nieorganicznych. Wprawdzie związki organiczne skromną w świecie minerałów odgrywają rolę, jednak chemja tych związków ma tradycje tak wielkie i poziom tak wysoki, że mineralog musi ją znać, zanim zacznie budować swoją dziedzinę.

Poznanie podstawowych metod analizy chemicznej w zakresie chociażby przyswojonego literaturze naszej F. P. Treadwella ¹⁾, przyswojenie najważniejszych zdobyczy chemji fizycznej, do czego bardzo się zaleca nowy podręcznik profesora W. Świątłostawskiego, stanowić będą uzupełnienie wykształcenia chemicznego. Studja książkowe należy łączyć z pracą laboratoryjną, która w dziedzinie chemji zajmie co najmniej dwa lata.

Że mineralogji, krystalografji i petrografji uczyć się należy w muzeum mineralogicznym i w terenie, a nie w domu, o tem niema chyba potrzeby nadmieniać. Okazom mineralogicznym

¹⁾ Chemja analityczna ilościowa. Tłum. Adwentowskiego, Staronki i Brunera. Kraków, 1908; Chemja analityczna jakościowa. Wyd. II. Tłum. M. Dominikiewicza i S. Przemyskiego, pod red. J. Harabaszewskiego. Warszawa, 1922. Str. 641 + 34. Wyd. Kasy im. Miąnowskiego.

trzeba się napatrzeć, poznać ową wielką różnorodność wykształcenia postaci. Trzeba się nauczyć chwycić cechy istotne, trzeba wprawić się w określanie natury minerałów przy pomocy środków zrazu najprostszych (np. przez określenie barwy, twardości, łupliwości, ustroju powierzchni bryły geometrycznej, przez zbadanie stopnia topliwości, rozpuszczalności w wodzie, w kwasach lub w ługach, przez analizę dmuchawkową lub widmową). Gdy badanie makroskopowe zawodzi, należy się uciec do wszelkiego typu lup, do mikroskopu mineralogicznego, zaopatrzonego w nikiel, umożliwiającego optyczną analizę minerałów, wreszcie, gdzie to jest możliwe, do metod mikrochemicznych, w swoim czasie zaleconych przez *Lemberga*, a w następstwie znacznie ulepszonych.

Tę drogę przebyć winni słuchacze wydziału filozoficznego, wybierający za swą specjalność mineralogję, geologję lub chemję, a także słuchacze akademji górniczej i wyższych szkół rolniczych, zanim rozpoczną studjowanie mineralogji chemicznej.

Zagadnienia wiedzą tą objęte wyłuszczyliśmy w rozdziale pierwszym niniejszego artykułu. Szczegóły znajdzie czytelnik w odpowiednich podręcznikach, które zostaną wymienione w rozdziale ostatnim. Kto pragnie jednak w mineralogji chemicznej się usamodzielnąć, nie może poprzestać na słuchaniu wykładów albo na czytaniu podręczników, chociażby najobszerniejszych. Tu trzeba sięgnąć do źródeł, poznać prace oryginalne, które mineralogję chemiczną stworzyły. Trzeba sięgnąć do pierwszych przejawów myśli twórczej w tej dziedzinie, poznać sposoby jej kształtowania się, nie zadowolając się wynikiem li tylko końcowym.

Najważniejsze są wszakże studja w naturze, poprzedzone gruntownem zapoznaniem się z okazami muzealnemi, i praca laboratoryjna. Praca ta ograniczać się może narazie do powtórzenia doświadczeń wykonanych przez innych, w celu oswojenia się z techniką badań.

Pracowni mineralogiczno chemicznych mamy w Polsce kilka. Wypadki wojenne, wielokrotnie ponawiane rekwizycje naczyń platynowych sprawiły, że nie wszystkie one są w należytej mierze czynne. Pracownia Uniwersytetu Lwowskiego, kierowana przez profesora *Zygmunta Weyberga*, pracuje od pewnego czasu

normalnie. Pracownia Towarzystwa Naukowego Warszawskiego ze względu na brak platyny ograniczyć musiała swą działalność do minimum, przestając na mikrochemicznej analizie minerałów. Z placówek zagranicznych w kwitnym rozwoju jest instytut geofizyczny im. Carnegiego w Waszyngtonie. Pozatem wymienić należy paryską pracownię Le Chateliera, wiedeńską Doeltera, zurycką Niggliego, lipską Rinnego. Rosyjskie warsztaty pracy, kierowane przed wojną przez Wernadskiego, Glinkę, Zemjalczeńskiego, Czyrwińskiego, uległy wskutek zaprowadzenia ustroju bolszewickiego częściowemu wykolejeniu.

C. Bibliografja.

Treść: 1. Podręczniki i kompendja mineralogji chemicznej. 2. Analiza minerałów. 3. Syntezy minerałów. 4. Geneza i parageneza minerałów. 5. Przeobrażanie się minerałów. 6. Konstytucja minerałów. 7. Ważniejsze opracowania monograficzne i przyczynki: a) z zakresu fizykochemji minerałów, b) z zakresu mikrochemicznej analizy minerałów, c) z zakresu syntezy, genezy i konstytucji minerałów. 8. Czasopisma.

Poniżej wymienione podręczniki i opracowania monograficzne ułożone zostały z małemi wyjątkami w porządku chronologicznym. Przyczynki J. Lemberga, zajmującego w dziejach mineralogji chemicznej stanowisko zupełnie wyjątkowe, zebrane zostały w osobną całość. Chronologiczny układ nie daje zresztą pojęcia o kolejności ukazywania się dzieł w literaturze, gdy notujemy jedynie ostatni rok wydania. Prace autorów polskich potraktowane zostały jako osobne całości. Prawo pierwszeństwa zabezpiecza dostatecznie wymieniony przy tytule rok wydania pracy.

1. PODRĘCZNIKI I KOMPENDJA MINERALOGJI CHEMICZNEJ.

Gustaw Bischof. Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie. Wydanie 1-e. Bonn. 1847—1853, tom I str. 959, tom II w trzech częściach, razem str. 2512.

Wydanie 2-ie. Bonn. 1863—1866, tom I str. 865, tom II str. 952, tom III str. 974, tom dodatkowy str. 214.

Jest to dzieło przełomowe, twórcze, ze wszechmiar godne poznania. Ton polemiczny, cechujący wydanie pierwsze, zna-

cznie obszerniejsze od drugiego, nadaje mu wdzięk szczególny. Bischof zwalcza tam ultraplutonistów z zacięciem niebyszałem, wpadając niekiedy w drugą ostateczność. Dla poparcia swych myśli wykonywa szereg doświadczeń, ograniczając się przeważnie do zbadania stosunków jakościowych zachodzących reakcyj. Bogactwo pomysłów jest tak wielkie, że i współcześni nawet badacze czerpać mogą stamtąd pełną ręką. Duże rozmiary dzieła musiały odstraszyć niejednego czytelnika, stąd częste przeoczenia ważkich nieraz myśli. Zapomniano więc o kryterjach, zaleconych przez Bischofa, przy ocenie drogi przeobrażeń w kryształach fałszywych. Nie zauważono, że pojęcie kopalin koloidalnych i roztworów koloidalnych nie jest tak nowe, jakby się zdawało. O wędrówkach nierozpuszczalnych w wodzie minerałów w postaci zawiesiny Bischof mówi już najwyraźniej.

Justus Roth. Allgemeine und chemische Geologie.

Berlin, 1879—1892. Tom I str. 633; tom II str. 695; tom III str. 530.

Tom I poświęcony jest mineralogji chemicznej. Materiał rozklasyfikowany jest przejrzysto, z wyczerpującem uwzględnieniem literatury przedmiotu. Po krótkiej charakterystyce cech chemicznych omówione zostały przemiany, którym podlegają minerały przy działaniu rozlicznych czynników. Zachodzące reakcje ilustrują analizy, ułatwiając bardzo zrozumienie ich przebiegu. W tomie II-im omówiony został skład, geneza i przeobrażenia skał ogniowych, metamorficznych i osadowych. Tom III-i traktuje o metamorfizmie skorupy ziemskiej, o wietrzeniu i rozkładzie skał różnego typu i zawiera uzupełnienia do tomu I-go i II-go.

C. Doelter. Allgemeine chemische Mineralogie. Lipsk, 1890. Str. 277.

Jest to pierwszy krótki zarys mineralogji chemicznej, omawiający metodykę i wyniki badania w dziedzinie krystalochemji, analizy, syntezy, metamorfozy, genezy i konstytucji minerałów.

R. Brauns. Chemische Mineralogie. Lipsk, 1896. Str. 460.

Podręcznik obszerniejszy od poprzedniego, zawierający interesujący rozdział o fizycznochemicznych własnościach minerałów. Omówiono tu więc stan skupienia minerałów i jego przemiany,

teorię stopów i roztworów, wreszcie sprawy związane z krystalizacją minerałów, przyczem podana została ważniejsza literatura przedmiotu.

C. Doelter. *Physikalisch-chemische Mineralogie.* Lipsk, 1905. Str. 272.

Podręcznik, stanowiący niejako uzupełnienie podręcznika mineralogji chemicznej, wydanego przez tegoż autora w roku 1890. Traktuje o główniejszych zastosowaniach metod fizyczno-chemicznych w mineralogji i petrografji i ma przedewszystkiem na celu rozbudzenie badań, tak ważkich ze względu na mineralogenezę.

Frank Wigglesworth Clarke. *The Data of Geochemistry.* IV wyd. Waszyngton, 1920. Str. 832.

Podręcznik mineralogji i petrografji chemicznej, obejmujący utwory ogniowe, osadowe i metamorficzne, poprzedzony interesującym rozdziałem, traktującym o ilościowych stosunkach pierwiastków, występujących w skorupie ziemskiej i zakończony traktatem o chemizmie i genezie złóż kruszcowych, węglowodorów i węgla. Literatura przedmiotu została uwzględniona szeroko.

C. Doelter. *Handbuch der Mineralchemie.* Drezno—Lipsk, 4 tomy, wydawane od roku 1912 i dotąd nieukończone. Tom I, str. 1008, tom II cz. 1. str. 848, cz. 2. str. 1144, cz. 3. str. 472, tom III, cz. 1. str. 965 (cz. 2, zeszyty 7, 8 i 9).

Cenne dzieło, opracowane siłami zbiorowemi, przy głównym udziale i pod redakcją profesora Doeltera, zawiera opis fizycznych i chemicznych własności wszystkich minerałów, ich syntezy, warunki występowania w naturze i genezę. Po ukazaniu się II wydania mineralogji chemicznej C. F. Rammelsberga w roku 1875 i dotąd nieukończonej mineralogji Hintzega, literatura mineralogiczna zestawień podobnych nie posiadała. Na uwagę pozatem zasługują artykuły treści ogólnej, jak np. w tomie I zawarty obszerny artykuł prof. Doeltera o syntezach krzemianów, o fizykochemji stopów krzemianowych, artykuł J. H. L. Vogta o żuzlach, St. Meyera o znaczeniu promieniotwórczości dla mineralogji i inne. Zerwanie kontaktu ze współautorami w czasie wojny światowej odbiło się niekorzystnie na wydawnictwie, gdyż artykuły, przesłane redaktorowi przed wybuchem wojny, nie mogły

być podczas druku przez autorów zagranicznych poprawione. Dlatego pożądanym byłby zeszyt uzupełniający te braki. Niepotrzebne pozatem są polemiki prowadzone niekiedy pomiędzy współautorami. Dzieło referujące nie powinno zawierać artykułów polemicznych.

Czytelnik początkujący, pragnący zapoznać się z ważniejszymi zagadnieniami z dziedziny chemji mineralogicznej, przeczyta oba dziełka C. Doeltera: *Allgemeine chemische Mineralogie* i *Physikalisch-chemische Mineralogie*, albo Braunsa: *Chemische Mineralogie*. Doskonały współczesny obraz omawianej wiedzy daje F. W. Clarke w *The Data of Geochemistry* i Doelter w *Handbuch der Mineralchemie* (artykuły treści ogólnej). Kogo interesuje geneza i rozwój pojęć w dziedzinie chemji mineralogicznej, ten przeczyta Bischofa: *Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie*. Wyniki prac G. Bischofa i innych badaczy streszczone zostały skądinąd w sposób bardzo przejrzysty w dziele J. Rotha: *Allgemeine und chemische Geologie*.

2. ANALIZA MINERAŁÓW.

C. F. Rammelsberg. *Mineralchemie*. Wyd. II. Lipsk, 1875. Str. 744, tom dodatkowy I, 1886. Str. 276, tom dodatk. II, 1895. Str. 475.

W swoim czasie najkompletniejszy zbiór analiz minerałów, opatrzony ich wzorami konstytucyjnymi, dziś jednakże posiadający znaczenie tylko historyczne.

F. Kobell-K. Oebekke. *Tafeln zur Bestimmung der Mineralien*. Wyd. 12e. Monachjum, 1884. Str. 108.

H. S. Washington. *Manual of the Chemical Analysis of Rocks*. Wyd. 4-e. N. York, 1904. Str. 183.

Polecenia godny podręcznik, wtajemniczający uczącego się w najdrobniejsze szczegóły metodyki analitycznej.

Max Dittrich. *Anleitung zur Gesteinsanalyse*. Lipsk, 1905. Str. 98 i tegoż autora: *Analytische Methoden der Silikate* w *Handbuch der Mineralchemie* C. Doeltera, tom I, 1912. Str. 560—594.

Viktor Achtner. Untersuchung verschiedener Mineralien auf Radioaktivität mittels der elektrischen und photographischen Methode. Karlsbad, 1905. Str. 14.

C. F. Plattner. Die Probierkunst mit dem Lötrohre. Wyd. 7, 1907, str. XVI + 515. (Porównaj artykuł: Mineralogja Stopnia III-go str. 459).

Zygmunt Rozen i Stefan Kamecki. Klucz do oznaczania minerałów na podstawie cech zewnętrznych i najprostszycch reakcji chemicznych, wydany pod redakcją prof. Morozewicza. Warszawa, 1908. Str. 93.

W. F. Hillebrand. Analyse der Silikat- und Karbonatgesteine. Tłum. E. Wilke-Dörfurt. Lipsk, 1910. Str. 258.

Doskonały przewodnik, oparty na bogatym doświadczeniu analitycznym autora i pracowników państwowego instytutu geologicznego w Waszyngtonie.

Jest też nowe wyd. angielskie: Bull. 700 U. S. G. S. Washington, 1919. Str. 285.

P. N. Czirwinskij. Koliczestwiennyj mineralogiczeskij i chemiczeskij sostaw granitow i grejzenow. Moskwa, 1911. Str. 677.

Zawiera cenne uwagi natury metodycznej określania ilościowego składu minerałów w skale.

C. W. C. Fuchs-R. Brauns. Anleitung zum Bestimmen der Mineralien. Wyd. 6-e. Giessen, 1913. Str. 220.

W dziedzinie mikrochemji:

Léon Bourgeois. Introduction à l'analyse microchimique. Paryż, 1907. Str. 30.

P. D. C. Kley. Behrens-Kley Mikrochemische Analyse, zugleich III Aufl. Anleitung zur mikrochemischen Analyse von H. Behrens. 2 części. Lipsk — Hamburg, 1915. Str. XII + 368 i IV + 136.

F. Emich. Methoden der Mikrochemie. Rozdział w Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden wydanym przez Emila Abderhaldena. Berlin—Wiedeń, 1921. Str. 45 — 324.

Trzy ostatnie dzieła umożliwiają rozpoznanie pierwiastków, składających badany minerał. Metody mikrochemiczne, prowadzące do rozpoznania minerałów jako takich, znajdzie czytelnik w załączonym wykazie prac monograficznych.

Prof. Dr. A. Bolland. *Mikrochemja*. Warszawa—Kraków, 1923. Str. 274. Porównaj t. IV *Poradnika* (1924), Str. 149.

Z podręczników, dotyczących jakościowej analizy minerałów, dla początkującego wystarczy *Klucz*, napisany przez Z. Rozena i S. Kameckiego. Gruntowne wiadomości znajdzie czytelnik w dziele Plattnera: *Die Probierkunst mit dem Lötrohre*. Do ilościowej analizy nadaje się bardzo podręcznik Washingtona, Hillebranda albo też Dittricha. W dziedzinie mikrochemji na wyróżnienie zasługują dzieła Behrens-Kleya i Emicha. Krótki zarys metod mikrochemicznych podaje Bolland.

3. SYNTEZY MINERAŁÓW.

C. W. C. Fuchs. *Die künstlich dargestellten Mineralien*. Nach G. Roses *krystallochemischem Mineralsysteme geordnet*. Haarlem, 1872. Str. 174.

A. Daubrée. *Études synthétiques de géologie expérimentale*. Paryż, 1879. Str. 828.

Dzieło twórcze, które utrwaliło w mineralogji kierunek eksperymentalny, oparte na ścisłej obserwacji natury, zawierające bogaty trzydziestoletni dorobek naukowy znakomitego autora.

F. Fouqué et Michel-Lévy. *Synthèse des minéraux et des roches*. Paryż, 1882. Str. 423.

L. Bourgeois. *Reproduction artificielle des minéraux*. Paryż, 1884. W *Encyclopédie chimique M. Fremy*. Str. 240.

Stanislas Meunier. *Les méthodes de synthèse en minéralogie*. Paryż, 1891. Str. 359.

P. N. Czirwinskij. *Iskustwiennoje połączzenie minerałów w XIX stoletji*. Kijów, 1903—1906. Str. 638 i 88 i tabl. 22.

Autor poddaje krytycznej ocenie wspomniane dzieła Fouqué, Lévy i Bourgeois, zwracając uwagę na popełnione tam błędy w cytatach, zaczerpniętych widocznie z drugiej ręki. Eksperymenty, wykonane przez poprzedników, autor niejednokrotnie powtarza, a gdzie to było możliwe, kontroluje produkty przez nich wytworzone, starannie unikając podawania wiadomości osobiście niesprawdzonych. Liczne rysunki wytworów, otrzymanych syntetycznie, stanowią cenne uzupełnienie tego dzieła.

Reinhold Rieke. Die Arbeitsmethoden der Silikatchemie. Brunświk, 1917. Str. 100. Vieweg Sammlung.

Treściwy przegląd zagadnień z zakresu syntezy, analizy, fizyko-chemji i konstytucji krzemianów, przeznaczony dla osób, pragnących zająć się chemją krzemianów.

4. GENEZA I PARAGENEZA MINERAŁÓW.

J. R. Blum. Die Pseudomorphosen des Mineralreiches. Stuttgart, 1843, str. 378, tom dodatk. 1847, str. 213, tom dodatk. 1852 str. — tom dod. IV, 1879, str. 212.

Dzieło podstawowe, wydane po raz drugi w Lipsku pod tytułem: Die Lehre von den Pseudomorphosen 1843—1879.

August Breithaupt. Die Paragenesis der Mineralien, mineralogisch, geognostisch und chemisch beleuchtet, mit besonderer Rücksicht auf Bergbau. Freiberg, 1849. Str. 276.

Pomimo praktycznego celu zawiera bardzo ważny materiał naukowy.

Otto Volger. Studien zur Entwicklungsgeschichte der Mineralien als Grundlage einer wissenschaftlichen Geologie und rationellen Mineralchemie. Zürich, 1854. Str. 548.

Z zacięciem polemicznem napisane dzieło, wprowadzające czytelnika w sam środek walk neptunistów z plutonistami. Volger występuje tu jako zdecydowany zwolennik tego pierwszego kierunku, z pewnemi wszakże zastrzeżeniami.

A. W. Stelzner i A. Bergeat. Die Erzlagerstätten. Lipsk, tom I 1904, str. 470, tom II 1905-6, str. 1330.

R. Beck. Die Lehre von den Erzlagerstätten. Wyd. 3 cie. Berlin, 1909, tom I str. 540, tom II str. 542.

F. Beyschlag, P. Krusch, J. H. L. Vogt. Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine nach Form, Inhalt und Entstehung. Stuttgart, tom I 1909, str. 509, tom II 1913, str. 727.

W dwu pierwszych, dużym uznaniem cieszących się podręcznikach, główny nacisk położony został na dokładną charakterystykę poszczególnych złóż kruszcowych; natomiast w dziele trzecim na pierwszy plan wysuwają się sprawy natury ogólnej; omówiono więc tutaj czynniki geologiczne genezy złóż, przyczem poza kruszcami uwzględnione zostały pokłady solne, pokłady węglowe i nafta.

J. H. Van't Hoff. Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der ozeanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers. Wydane przez H. Prechta i E. Cohena. Lipsk, 1912. Str. 374.

Dzieło fundamentalne, którego znaczenie omówione zostało wyżej na str. 502.

Ernst Jänecke. Die Entwicklung der deutschen Kalisalzlager. Brunświk, 1915. Stron 109. Jest to tom 59-y serji: Die Wissenschaft.

Ciekawe studjum fizyczno-chemiczne nad przeobrażaniem się pokładów solnych podczas zapadania się w głąb ziemską i następnego wynurzania się ich stamtąd.

Paul Niggli. Allgemeine Lehre von der Entstehung und dem Zusammenvorkommen der Mineralien, jako rozdział w Lehrbuch der Mineralogie tegoż autora. Berlin, 1920. Str. 445 — 636.

Dobry obraz współczesnego stanu wiedzy w tej dziedzinie.

5. PRZEOBRAŻANIE SIĘ MINERAŁÓW.

A. Lacroix. Les enclaves des roches volcaniques. Extrait des Annales de l'Academie de Maçon, tom X. 1893. Str. 710.

Autor wystudjował zgórą 3.000 szlifów porwaków i wtrąceń w skałach wulkanicznych różnego pochodzenia.

Van Hise. A Treatise on Metamorphism. Waszyngton, 1904. Str. 1286.

Autor wyróżnia w litosferze dwie dziedziny: górną, nacechowaną katamorfozą, i dolną — anamorficzną. W pierwszej związku złożone rozpadają się na prostsze (w rodzaju tlenków i węglanów, poczęści zaś dzeolitów i glin); w drugiej, odwrotnie, ze związków prostszych powstają złożone, przyczem reakcji towarzyszy dehydratacja, odtlenienie i zmniejszenie się objętości wytworzonych produktów, a co za tem idzie — ich wyższy ciężar właściwy. Z tego punktu widzenia rozpatrzony został długi szereg przemian i reakcyj, zachodzących w różnych warstwach skorupy ziemskiej.

U. Grubenmann. Die kristallinen Schiefer. Eine Darstellung der Erscheinungen der Gesteinsmetamorphose und ihren Produkte. Wyd. 2-gie. Berlin, 1910. Str. 298 i tabl. 12.

Treść i znaczenie tego dzieła omówione zostało w rozdziale poświęconym petrografji (str. 213). Z punktu widzenia mineralogji chemicznej ważne są ustępy, dotyczące przeobrażeń minerałów skalotwórczych, zależnie od warunków ciśnienia i temperatury i od udziału wody czy to hygroskopijnej, czy też związanej chemicznie.

Reinhold Brauns. Die kristallinen Schiefer des Laacher Seegebietes und ihre Umbildung zu Sandidinit. Stuttgart, 1911. Str. 61 i tabl. 18.

P. P. Suszczynskij. Materjały po izuczenju kontaktow głubinnych gornych porod z izwiestniakami w jugo-zapadnoj Finlandji. Petersburg, 1912. Str. 441 i tabl. 9.

Reinhold Brauns. Die Mineralien der Niederrheinischen Vulkangebiete mit besonderer Berücksichtigung ihrer Bildung und Umbildung. Stuttgart, 1922, str. 225 i tabl. 40.

Trzy ostatnie dzieła są to studja nad przeobrażaniem się minerałów, oparte na obserwacji natury i na badaniu preparatów mikroskopowych.

6. KONSTITUCJA MINERAŁÓW.

P. Groth. Tabellarische Uebersicht der Mineralien nach ihren krystallographisch-chemischen Beziehungen. Wyd. 3-cie, Brunświk, 1889. Str. 167.

F. W. Clarke. The Constitution of the Silicates. Waszyngton. 1914, str. 128.

W. Asch und D. Asch. Die Silicate in chemischer und technischer Beziehung. Berlin, 1911. Str. 409.

H. Le Chatelier. La silice et les silicates. Paryż, 1914. Str. 574.

Z wyjątkiem pracy braci Aschów, są to próby najzupełniej jałowe wyjaśnienia konstytucji *wszystkich* krzemianów, bez uciekania się do eksperymentu. Wprawdzie i bracia Aschowie budują swą teorię na założeniu czysto hipotetycznem, starają się jednak uzgodnić ją bądź z faktami zauważonemi w naturze, bądź z wynikami osiągniętymi przez innych w pracowni. Należy zaznaczyć, że ich teoria heksytowo-pentytowa ogniów zamkniętych przewiduje istnienie metameronów, istotnie w grupie sodalitowej zauważonych.

7. WAŻNIEJSZE OPACOWANIA MONOGRAFICZNE I PRZYCZYNKI.

a) z zakresu chemji fizycznej mineralów.

A. Lagorio. Ueber die Natur der Glasbasis, sowie der Krystallisationsvorgänge im eruptiven Magma. Tsch. Min. Petr. Mitth. Wiedeń, tom 8. 1887. Str. 421—529.

Emil Baur. Chemische Kosmographie. Monachjum - Berlin, 1903. Str. 228.

J. H. L. Vogt. Die Silikatschmelzlösungen. I. Chr. 1903 — 1904; II. Min. Petr. Mitth. **24**, (1906), str. 437—542; **25**, (1906), str. 362 — 412.

Rollin Thomas Chamberlin. The Gases in Rocks. Waszyngton, 1908. Str. 80. Carnegie Inst. Publ. № 106.

James Vincent Elsdon. Principles of Chemical Geology — a review of the application of the equilibrium theory to geological problems. Londyn, 1910. Str. 222.

Robert Marc. Vorlesungen über die chemische Gleichgewichtslehre und ihre Anwendung auf die Probleme der Mineralogie, Petrographie und Geologie. Jena, 1911. Str. 212.

Robert Marc. Die Phasenregel und ihre Anwendung auf mineralogische Fragen. Fortschr. Min. Kryst. Petr., Jena, I, (1911), 99—128.

Albert Brun. Recherches sur l'exhalaison volcanique. Geneva — Paryż, 1911, str. 277 i tabl. 34.

A. L. Day i E. S. Shepherd. L'eau et les gaz magmatiques. Conclusions à tirer de l'analyse des gaz du cratère de Kilauea. C. R. Ac. Sc. Paryż, 157, (1913), 958, 1027.

F. M. Jaeger. Eine Anleitung zur Ausführung exakter physiko-chemischer Messungen bei höheren Temperaturen mit besonderer Berücksichtigung des Studiums der Mineralsynthese und der Silikatchemie. Groningen, 1913. Str. 152.

R. Marc. Ueber die Bedeutung der Kolloidchemie für die Mineralogie. Fortschr. Min. Kryst. Petr. 3, (1913), 11—32. Tamże artykuł *Himmelbauera*. Str. 32—62.

Raphael Ed. Liesegang. Geologische Diffusionen. Monachjum — Berlin, 1913. Str. 228.

Teorja rytmicznego tworzenia się osadów na skutek przesycańia się roztworów przenikających środowiska koloidalne.

Raphael Ed. Liesegang. Die Achate. Drezno i Lipsk 1915, str. 118.

Znajdujemy tu szersze rozwinięcie tematu poruszonego w dziele poprzedniem ¹⁾.

E. H. Boeke. Grundlagen der physikalisch-chemischen Petrographie. Berlin, 1915. Str. 428.

Paul Niggli. Die leichtflüchtigen Bestandteile im Magma. Lipsk, 1920. Str. 272.

b) z zakresu mikrochemicznej analizy minerałów.

J. Lemberg. Zur mikrochemischen Untersuchung von Calcit, Dolomit und Predazzit. Zeits. d. d. Geol. Ges. 39 (1887). 489—492.

J. Lemberg. Zur mikroskopischen Untersuchung von Calcit, Dolomit und Predazzit. Tamże 40 (1888), 357—359.

¹⁾ K. Jabłczyński. Pierścienie Liesegang'a. Roczn. Chem. 3 (1923), 228—235. Autor opiera się wyłącznie na podłożu dyfuzyjnym i mierzy szybkość powstawania pierścieni szybkością dyfuzji odnośnych soli.

J. Lemberg. Zur mikrochemischen Untersuchung einiger Minerale. *Tamże* **42** (1890), 737 — 752.

J. Lemberg. Zur mikrochemischen Untersuchung einiger Minerale. *Tamże* **44** (1892), 224 — 242.

J. Lemberg. Zum mikrochemischen Nachweis des Eisens. *Tamże* **44** (1892), 823 — 824.

J. Lemberg. Zur mikrochemischen Untersuchung einiger Minerale aus der Gruppe der Lamprite (Kiese, Glanze, Blendes). *Tamże* **46** (1894), 788 — 799.

J. Lemberg. Zur mikrochemischen Untersuchung einiger Minerale. *Tamże* **52** (1900), 488 — 496.

St. J Thugutt. Stan obecny metod badania mikrochemicznego w mineralogji. *Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz.* **6** (1913), 1—6.

c) z zakresu syntezy, genezy, konstytucji i analizy minerałów.

J. Fr. Chr. Hessel. Chemischer Bestand der Glieder der Feldspath-Familie. *Leonhards Taschenbuch f. Ges. Min* **1** (1826), 329.

Autor po raz pierwszy odsłania tajemnicę budowy skaleni sodowowapniowych. Po nim odkrycie to było robione kilkakrotnie, ostatnio przez G. Tschermaka. *Patrz Lemberg Z. d. d. G.G.* **43** (1891), 254.

J. Lemberg. Chemische Untersuchung eines unterdevonischen Profils an der Bergstrasse in Dorpat. *Archiv f. Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands. Dorpat 1 Ser.* **2** (1866), 85—99.

J Lemberg. Die Gebirgsarten der Insel Hochland, chemisch geognostisch untersucht. *Tamże* **4** (1867), 174—222.

J. Lemberg. Die Gebirgsarten der Insel Hochland, chemisch geognostisch untersucht. *Tamże* **4** (1868), 337—392.

J. Lemberg. Ueber einige Umwandlungen finnländischer Feldspathe. *Zeits. d. d. geol. Ges.* **22** (1870), 335—372.

J. Lemberg. Chemisch-geologische Untersuchung einiger Kalklager der finnischen Schäreninsel Kimito. *Tamże* **22** (1870), 803—840.

J. Lemberg. Ueber Contacterscheinungen bei Predazzo. *Tamże* **24** (1872), 1—78.

J. Lemberg. Ueber Serpentine von Zöblitz, Greifendorf und Waldheim. *Tamże* **27** (1875), 531—549.

J. Lemberg. Ueber Silicatumwandlungen. *Tamže* **28** (1876), 519—621.

J. Lemberg. Ueber Gesteinsumbildungen bei Predazzo und am Monzoni. *Tamže* **29** (1877), 457—510.

J. Lemberg. Zur Kenntniss der Bildung und Umwandlung von Silicaten. *Tamže* **35** (1883), 557—618.

J. Lemberg. Zur Kenntniss der Bildung und Umbildung von Silicaten. *Tamže* **37** (1885), 959—1010.

J. Lemberg. Zur Kenntniss der Bildung und Umbildung von Silicaten. *Tamže* **39** (1887), 559—600.

J. Lemberg. Zur Kenntniss der Bildung und Umwandlung von Silicaten. *Tamže* **40** (1888), 625—656.

V. Goldschmidt. Chemisch-mineralogische Betrachtungen. *Zeits. f. Krist. u. Min.* **17** (1889), 25—66.

F. W. Clarke i E. A. Schneider. On the Constitution of Certain Micac, Vermiculites and Chlorites. *Amer. Journ. of Sc.* (1891), 242—251.

F. W. Clarke i E. A. Schneider. Experimentaluntersuchungen über die Constitution der natürlichen Silicate. *Zeits. f. Krist. u. Min.* **18** (1890), 390—418.

F. W. Clarke. Tschermaks Theory of the Chloritis Group and its Alternative. *Amer. Journ. of Sc.* **43** (1892), 190—200.

F. W. Clarke. The Constitution of the Silicates. *Bull. U. S. Geol. Survey* № 125. (1895), 1—109.

F. W. Clarke i G. Steiger. Experiments Relative to the Constitution of Pectolite, Pyrophyllite, Calamine and Analcite. *Amer. Journ. of Sc.* **8** (1899), 245—257.

F. W. Clarke i G. Steiger. The Action of Ammonium Chloride upon Analcite and Leucite. *Amer. Journ. of Sc.* **9** (1900), 117—124.

F. W. Clarke i G. Steiger. The Action of Ammonium Chloride upon Natrolite, Scolecite, Prehnite and Pectolite. *Amer. Journ. of Sc.* **9** (1900), 345—351.

W. I. Wernadskij. O grupie silimanita i roli glinozioma w silikatach. Moskwa. (1891), str. 1—100.

W. Vernadsky. Zur Theorie der Silicate. *Zeitschr. f. Krist. u. Min.* **34** (1901) 37—66.

F. Rinne. Die Lockerung des Kristallgebäudes von Zeolithen unter dem Einfluss von Salzsäure. *Centralbl. f. Min.* (1902), 594—601.

St. J. Thugutt. Mineralchemische Studien. Dorpat (1891), 1—128. *Zeitschr. f. anorg. Chem.* **2** (1892), 64—156.

St. J. Thugutt. Zur Chemie einiger Alumosilicate. *N. Jahrb. f. Min. t. dod.* **9** (1895), 554—623.

St. J. Thugutt. O zeagonicie, nowym produkcie wietrzenia nefelinu. *Rozpr. Wydz. Mat. Przyr. Ak. Um. Krak.* **39** (1899) 1—11; *N. Jahrb. f. Min.* **2** (1900), 65—79.

St. J. Thugutt. Ueber den Ursprung des Sodaliths der Syenite. *Centralbl. f. Min.* (1905), 86—89.

St. J. Thugutt. Błędy przy oznaczaniu wody w zeolitach. *Chem. Pols.* **9** (1909) № 10, str. 220 i № 11, str. 247; *Centralbl. f. Min.* (1909), 677—683.

St. J. Thugutt. Mikrochemiczny dowód złożoności hydronefelitu z uwagami o pochodzeniu kamieni plewistych. *Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz.* **2** (1909), 195—207; *N. Jahrb. f. Min.* **1** (1910), 25—36.

St. J. Thugutt. O błyszczu żelaznym jako produkcie rozkładu skaleni. *Chem. Pols.* (1909), 489—492; *Centralbl. f. Min.* (1910), 65—68.

St. J. Thugutt. O kankrynicie. Skład chemiczny, budowa, przeobrażenia i pochodzenie. *Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz.* **2** (1909), 362—383; *N. Jahrb. f. Min.* **1** (1911), 25—47.

St. J. Thugutt. Über einen Apophyllit-Analcim Auswürfling des Monte Somma. *C. f. Min.* (1911), 761—765.

St. J. Thugutt. O zeolitach fonolitu marynberskiego w Uściu Czeskiem. *Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz.* **5** (1912), 59—69.

St. J. Thugutt. O pochodzeniu analcymu skał wulkanicznych. *Spr. Tow. Nauk. Warsz.* **5** (1912), 103—111.

St. J. Thugutt. O rozpuszczalności pewnych krzemianów w wodzie. *Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz.* **6** (1913), 629—653.

St. J. Thugutt. O wzorach konstytucyjnych nefelinu. *Spraw. Tow. Nauk. Warsz.* **6** (1913), 849—862.

J. Morozewicz. Ueber Synthese der Minerale der Hauyngruppe. *N. Jahrb. f. Min.* **2** (1892), 139—141.

J. Morozewicz. Petrographisch-synthetische Mitteilungen. *N. Jahrb. f. Min.* **2** (1893), 42—51.

J. Morozewicz. Korund. *Wszechświat* **13** (1894), № 27, str. 417—422; № 28. Str. 438—444.

J. Morozewicz. Opyty nad obrazowaniem minerałów w magmie. Warszawa, 1897. Str. 1—246 i tabl. 10; *Tschermaks Min. Petr. Mitt.* **18** (1898), 1—90; 105—240.

J. Morozewicz. O wywietriwanji rudonosnych porod na gorze Magnitnoj. *Zapiski Min. Obszczestwa* **40** (1902), 1—8. odb.

J. Morozewicz. O tak nazywajemoj awgito-granatowej tieorii proischożdenja żeleznych rud na Urale. *St. Petersburg. Gornyj Żurnal* (1903), 1—14. odb.

J. Morozewicz. O metodzie oddzielania potasu i sodu w postaci chloroplatynianów. *Rozpr. Wydz. Przyr. Mat. Ak. Um. Krak.* **46** (1907), 295—301.

J. Morozewicz. Wyodrębnianie ziem rzadkich z mariupolitu. *Bull. Ac. Sc. de Cracovie.* 1 Luty. (1909), 207—213.

K. D. Glinka. K woprosu o wodnych alumosilikatach i gli-nach. Warszawa. 1899. Str. 1—44.

K. D. Glinka. O niekotorych reakcjach alumosilikatów. *Zapiski Miner. Obszcz. Petersburg.* **37** (1900), 311—332.

R. Scharizer. Beiträge zur Kenntnis der chemischen Constitution und der Genese der natürlichen Eisensulfate. *Zeits. f. Krist.* **30** (1898), 209; **32** (1900), 338; **35** (1902), 345; **37** (1903), 546; **41** (1906), 209; **43** (1907), 113; **46** (1908), 427; **52** (1913), 372—398.

R. Gans. Konstitution der Zeolithe, ihre Herstellung und technische Verwertung. *Jahrb. d. geol. Landesanstalt u. Bergakademie* **26** (1905), 179—211.

C. Doelter. Minerogenese und Stabilitätsfelder der Minerale. *Tscherm. Min. Petr. Mitt.* **25** (1906), 79—112.

F. Henrich. Versuche mit frisch geflossener Lava. Ein Beitrag zur Kenntnis der Fumarolentätigkeit. *Zeitschr. f. angew. Ch.* **19** (1906), 1326—1328.

E. Jordis. Zur Chemie der Silikate. *Zeitschr. f. angew. Ch.* **19** (1906), 1697—1702.

W. Hermann. Über die Einwirkung oxydierender und reduzierender Gase auf die Färbung einiger Minerale. *Zeitschr. f. anorg. Ch.* **60** (1908), 369—404.

Z. Weyberg. Syntezy pirogenetycznych glinokrzemianów zasadowych. *Prace Tow. Nauk. Warsz.* № 1 (1908), 1 — 62.

Z. Weyberg. Niekotoryje kaolinaty i ich proizwodnyje. *Trudy geol. Muzeja im. Pietra Wiel Akad. Nauk.* 5 (1911), 57 — 215.

C. Gagel i H. Stremme. Ueber einen Fall der Kaolinbildung im Granit durch einen kalten Säuerling. *Centr. f. Min.* (1909) 427—437; 467 — 475.

F. Becke. Fortschritte auf dem Gebiete der Metamorphose. *Fortschr. d. Min. Krist. Petr.* 1 (1911), 221 — 256; 5 (1915), 210 — 264.

O. Mulert. Ueber die Thermochemie der Kieselsäure und der Silikate. *Zeitschr. f. anorg. Ch.* 75 (1912), 198 — 240.

A. Fersmann. Izsledowanja w oblasti magnezjalnych silikatow grupy cylleryta, cermatyta i paligorskita. *Zapiski Ak. Nauk. Petersburg.* 32 (1913), 1 — 430.

F. Rinne. Kristallographisch-chemischer Ab- und Umbau insbesondere von Zeolithen. *Fortschr. Min. Krist. Petr.* 3 (1913), 159 — 183.

P. Niggli. Neuere Mineralsynthesen. *Fortschr. Min. Krist. Petr.* 5 (1916), 131 — 173; 6 (1920), 35 — 67.

K. Bassalik. O rozkładzie krzemianów pod wpływem czynników biologicznych głównie zaś bakterji. *Chem. Pols.* 13 (1913), 147—156; 171—182; 199—208; 223—228; 248 — 251.

Leucyt i nefelin, a także biotyt i muskowit rozkładają się najłatwiej, skałek potasowy niewiele, a najmniej oliwin.

A. Himmelbauer. Die Bedeutung der Kolloidchemie für die Mineralogie. *Fortschr. d. Min. Krist. Petr.* 3 (1913). 32—62.

Ilse Zoch. Ueber den Basenaustausch kristallisierter Zeolithe gegen neutrale Salzlösungen. *Chemie der Erde* 1 (1915), 219—269.

J. Jakob. Zur Konstitution der Silikate. *Helvetica Chimica Acta* 3 (1920), 669—704.

B. Gossner. Zur chemischen Konstitution von Silikaten. *Centralbl. f. Min.* (1921), 513—525; (1922), 129—139; 197—201; 600—611; 625—633.

C. Doelter. Das Radium und die Farben. Einwirkung des Radiums und ultravioletter Strahlen auf organische und anorganische Stoffe sowie auf Mineralien. *Drezno 1910. Str. VIII i 133.*

Autor porusza interesującą sprawę oddziaływania promieni krótkofalowych na minerały zabarwione jednolicie. Szczególną uwagę zwrócono na niebieską sól kamienną i na drogocenne kamienie. Inne wyniki osiągnięto z promieniami radowymi, inne z promieniami pozafajtkowymi. Promienie radowe sprowadzać mają dysocjację, promienie zaś pozafajtkowe — polimeryzację fazy rozproszonej. (Porów. uwagi krytyczne w tej sprawie St. J. Thugutta zamieszczone w artykule: Sur la genèse du diamant. Revue scientifique (1923) 97—102).

S. C. Lind and D. C. Bardwell. The Coloring and Thermophosphorescence Produced in Transparent Minerals and Gems by Radium Radiation. The American Mineralogist 8 (1923), 171—180.

Jest to streszczenie obszerniejszego artykułu z Journal of the Franklin Institute. 196 (1923), 375—390. Tu też podana jest literatura przedmiotu. W większości przypadków promienie α wywoływały fosforescencję badanych minerałów. Diamenty przybierały najczęściej barwę zieloną, która w temperaturze 450° ginęła, lub też przechodziła w pierwotną żółtą lub brunatną barwę. Promienie przenikliwe (β i γ) nie oddziaływały na diament barwiąco. (Tamże № 11. Str. 201—209).

Dzieła dotyczące krystalografji chemicznej omówione zostały w tomie czwartym Poradnika, opracowanym przez profesora Stefana Kreutza. Warszawa, 1924. Str. 146—149.

Wykaz minerałów odkrytych przez Polaków znajdzie czytelnik w tomie niniejszym Poradnika w rozdziale napisanym przez kustosza Zakł. Min. Uniw. Warsz. P. Karola Koziorowskiego i zatytułowanym: Materiały do dziejów mineralogji w Polsce.

8. CZASOPISMA.

Chemie der Erde. Beiträge zur chemischen Mineralogie, Petrographie und Geologie. Wyd. prof. G. Lincka w Jenie. Od roku 1914.

Jest to jedyny organ, poświęcony wyłącznie mineralogji chemicznej, petrografji i geologji. Wychodzi w pojedynczych

zeszytach, w terminie dowolnym wydawanych. Do roku 1919 wyszło tych zeszytów 4, z których 2 i 3 w r. 1915, 4-y w r. 1919. Skądinąd prace z dziedziny mineralogji chemicznej rozsypane są po rozmaitych czasopismach, z których niektóre, jak np. N. Jahrb. f. Min., Zeitschrift f. Krist., Fortschritte d. Min., Zeitschr. f. Vulkanologie zawierają, prócz prac oryginalnych, również sprawozdania z przyczynków i dzieł gdzieindziej wydanych.

Artykuły z dziedziny mineralogji chemicznej spotykamy pozatem w takich czasopismach jak:

Annales des mines. Paryż, od r. 1816.

Annalen der Physik und Chemie. Lipsk, od r. 1824.

Zeitschrift d. deutschen geol. Gesellschaft, od r. 1849.

Zeitschrift f. anorg. Chemie, od r. 1891.

Zeitschrift f. Vulkanologie, od r. 1914.

The American Mineralogist. Journal of the Mineralogical Society of America, od r. 1916, i innych, patrz bibliografię Stopnia III-go. Str. 479 i nast.

PETROGRAFJA

opracował

JÓZEF MOROZEWICZ.

Treść: 1. Przygotowanie niezbędne dla osób, pragnących poświęcić się samodzielnym studjom petrograficznym. 2. Bibliografia: A. Petrografia ogólna i opisowa. B. Petrografia doświadczalna i fizyczno-chemiczna. C. Nauka o kopalinach użytecznych. D. Petrografia stosowana. E. Czasopisma. 3. Podróż i studia uzupełniające zagranicą.

1. We Wstępie do Stopnia III, opracowanym przez profesora T. J. Woynę (str. 369 i nast.), czytelnik znajdzie szczegółowe wskazówki co do przygotowania, niezbędnego dla osób, zamierzających studjować mineralogję i petrografję na Stopniu III, bądź jako przedmioty główne, bądź też jako — pomocnicze. Wobec tego uwagi nasze ograniczymy tu tylko do tych „samouków“, którzy pragnęliby wyłącznie lub przeważnie poświęcić się studjom petrograficznym z zamiarem rozwinięcia na tem polu działalności samoistnej i twórczej. Zbyteczna chyba wyjaśniać, że „samouctwo“ w zwykłym słowa znaczeniu jest dziś w dyscyplinach tak wysoko rozwiniętych, jak petrografia, niemal wyłączone. I dlatego zgóry musimy uprzedzić, że każdy przyszły petrograf powinien przejść szkołę wyższą, dobrze urządzoną i prowadzoną. Samouctwo właściwe zaczyna się naprawdę dopiero po przejściu kursu szkolnego. W uczelni wyższej zdobywa się zaledwie podstawy wiedzy i ogólną orientację co do jej treści, zagadnień i materiału faktycznego, które mają być przerobione i przyswojone.

Opierając się na kilkunastoletniem doświadczeniu pedagogicznym, poleciłbym następujący bieg studjów uniwersyteckich, rozkładanych zwykle co najmniej na 4 lata. Rok pierwszy studjów należy poświęcić przedewszystkiem na przesłuchanie ogólnego kursu fizyki i chemji i przerobienie jak najstaranniejsze odpowiednich ćwiczeń laboratoryjnych; pozatem w roku pierwszym musi być przyswojony pewien zasób wiadomości matematycznych w zakresie, niezbędnym dla przyrodników (chemików, mineralogów, porówn. str. 379). Samouk, mający na względzie specjalne przygotowanie do nauk mineralogiczno-petrograficznych, powinien zdążyć do obranego celu drogą najkrótszą. A więc, przerabiając fizykę i chemję, winien baczniejszą zwrócić uwagę na te ich działy, które mu w przyszłości będą najbardziej potrzebne, jak np. optyka i chemja analityczna. Ale i te działy zbyt są obszerne, aby można je było opanować zaraz w pierwszym roku studjów. Należałoby więc w sposób bardziej szczegółowy uwzględnić to, co będzie konieczne do nauki w roku następnym. Z optyki polecilibyśmy przeto zapoznanie się np. z undulacyjną teorią światła i jej konsekwencjami, z teorią i praktyką mikroskopu; z chemji analitycznej — przerobienie reakcyj jakościowych i ilościowych na te najważniejsze geologicznie pierwiastki, które w liczbie kilkunastu składają się na budowę litosfery i o których była mowa we Wstępie ogólnym (str. 139).

Rok drugi studjów wkracza już we właściwą dziedzinę mineralogiczno-petrograficzną. Należy go poświęcić na jak najdokładniejsze poznanie zasad krystalografji geometrycznej i fizycznej, a zwłaszcza — optyki kryształów. Podkreślamy tu z największym naciskiem, że sumienne przestudjowanie tych dyscyplin stanowi nieodzowny warunek dalszego samokształcenia się w dziedzinie mineralogji i petrografji. Zwłaszcza tak ważne dla tej ostatniej metody mikroskopowo-optyczne nie dadzą się w potrzebnym stopniu opanować bez należytego przyswojenia morfologji kryształów oraz ich własności optycznych. Samouk, pragnący stworzyć sobie trwałą i niezawodną podstawę studjów petrograficznych, musi ponadto przerobić praktycznie najważniejszą treść obu nauk: nabrać biegłości w odróżnianiu kryształów na podstawie ich cech geometrycznych i zachowania się optycz-

nego. Równoległe z temi przedmiotami głównemi studjów w roku 2-im powinny być w dalszym ciągu prowadzone ćwiczenia praktyczne w laboratorjach fizycznym i chemicznym, rozpoczęte w roku 1-ym. Rok 3-i nauki uniwersyteckiej jest dla petrografa rokiem zaczynającej się już specjalizacji, ma on w nim bowiem — po wysłuchaniu ogólnego kursu mineralogji lub przerobieniu dobrego podręcznika — zapoznać się możliwie jak najdokładniej z minerałami skałotwórczemi, przedewszystkiem zaś — musi przestudjować ich fizjografię mikroskopowo-optyczną, zaczynając od przekrojów „zorientowanych“ i przechodząc stopniowo do oznaczania przekrojów przypadkowych w preparatach, przygotowanych ze skał krystalicznie-ziarnistych. W tym też roku samouk, obierający kierunek petrograficzny, musi zapoznać się z analizą ilościową krzemianów, rozpoczynając i tu od przykładów prostych, a przechodząc stopniowo do coraz bardziej skomplikowanych, np. od wollastonitu, przez diopsyd, do labradorytu i amfibolu alkalicznego. Wreszcie przychodzi rok 4-y studjów — rok specjalizacji właściwej. Tu przedmiotem głównych dociekań staje się już przeważnie petrografia, obok której jednak należy koniecznie przesłuchać lub przerobić ogólny kurs geologii. Studja petrograficzne polegać tu będą na przyswojeniu całokształtu nauki o skałach, na zapoznaniu się praktycznym ze wszystkimi skał kategorjami, na oznaczaniu ich naprzód makroskopowem, a następnie — w szlifach pod mikroskopem. Samouk winien przerobić systematycznie wszystkie ważniejsze metody oznaczania minerałów skałotwórczych, zaczynając od kwarcu i kalcytu, od mik, piroksenów i amfiboli, a kończąc na skaleniach. Tym ostatnim, jako najważniejszym składnikom skał ogniowych, należy poświęcić uwagę szczególniejszą, zwłaszcza — plągjoklazom, których metody oznaczania optycznego powinny być przestudjowane porównawczo. Następnie powinien przejść do własności skał strukturalnych i zatrzymać się nad problematem porządku krystalizacji składników na podstawie ich znamion morfologicznych i ustosunkowania przestrzennego. Obok tych metod mikroskopowo-optycznych muszą być w tymże roku nauki pogłębione i rozszerzone metody analityczno-chemiczne przez dokładniejszy rozbiór np. dwu skał typowych: granitu i bazaltu. Wreszcie

trzeba się także przy tej sposobności zapoznać z metodami izolacji przynajmniej minerałów femicznych i wyodrębnić np. biotyt z granitu, augit zaś — z bazaltu i — po ich zanalizowaniu — spróbować na tej podstawie obliczyć w przybliżeniu ilościowy skład mineralny obu skał wymienionych.

Przeszedłszy taką szkołę „samouk“ mógłby już z końcem roku 4-go lub na początku 5-go pokusić się o opracowanie tematu samodzielne i rozpoczęcie tem pracy twórczej. Zwykle taki „temat“ podsuwa uczniowi profesor. Temat powinien być aktualny, a w każdym razie taki, by praca nad nim dała pewne wyniki pozytywne i mogła zachęcić młodego adepta wiedzy do dalszej, już zupełnie samoistnej działalności. Ta pierwsza rozprawa (zwykle nazywana „doktorską“, jeśli ma na celu uzyskanie stopnia naukowego) posiada dla studującego znaczenie przełomowe. Jest ona poniekąd próbą jego sił i uzdolnień, wprowadza go w świat fachowców, jest niejako osobistą jego rekomendacją. I dlatego winna być ona wykonana z całą sumiennością i dokładnością. Niepodobna szczegółowo doradzać, jak taką rozprawę tworzyć, bo sposób jej wykonania zależy tak od samego tematu, jak i od indywidualnych uzdolnień autora. Ogólny jednak schemat tworzenia rozprawy naukowej bywa zwykle taki. Przed przystąpieniem do właściwego opracowania tematu należy przedewszystkiem zapoznać się z literaturą przedmiotu, przestudjować odpowiednie rozdziały w podręcznikach i kompendjach, wreszcie — uczynić jak najdokładniejszy przegląd przynajmniej najważniejszych czasopism fachowych, wszędzie szukając i notując w osobnym dzienniku dane i materiały, pozostające w związku z obranem zagadnieniem. Po skompletowaniu i uporządkowaniu notatek z literatury fachowej, przystępujemy do eksperymentalnego opracowania tematu. Jeżeli należy on do zakresu petrografji opisowej, to trzeba rozpocząć badanie od metod mikroskopowo- optycznych, a następnie przejść do metod chemicznych. Gdy otrzymane wyniki zostaną ostatecznie sprawdzone i uzgodnione, przystępujemy do redakcji pracy wykonanej. Jest to już czynność czysto literacka. Wyniki rozprawy naukowej winny być ujmowane w formy jasne i zwięzłe, a pisane językiem literacko poprawnym, konkretnym i lapidarnym.

Tak sobie wyobrażamy drogę „samouctwa“ petrograficznego. Wydaje się ona może zbyt długa, ale pomimo to nie jest jeszcze całkowita. Mówiąc o czterech latach studjów uniwersyteckich, jako o minimalnym czasie, potrzebnym do uzyskania mniej lub więcej kompletnego przygotowania, poprzedzającego samodzielne studia i prace, umyślnie pominęliśmy sprawę wykształcenia geologicznego, które jest potrzebne petrografowi zawodowemu. Jest to sprawa bardzo istotna i ważna. Każdy mineralog i petrograf musi pozostawać w bezpośrednim kontakcie z przyrodą, a właściwie z litosferą, musi biegle orjentować się w formach złóż mineralnych i pokładów skalnych, musi umieć czytać mapę topograficzną i oznaczać na niej odróżniane jednostki petrograficzne. Wszystkie te wiadomości osiąga się w drodze najprostszej przez odbycie kilku wycieczek w towarzystwie fachowego i wytrawnego geologa. Wogóle, podróże stanowią szkołę geologiczną petrografa. Im więcej ich odbędzie, im więcej pozna terenów skalnych, tem głębiej i wszechstronniej opanuje świat „kamieni“, tem jaśniej i prawdziwiej zrozumie ich genezę, wzajemne stosunki, przejścia i oddziaływania. Niektóre właściwości zasadnicze skał, jak ich teksturę, objawy dyferencjacji, formy ciosowe, znamiona wietrzenia mechanicznego i chemicznego i t. p., można poznawać i studjować tylko bezpośrednio w terenie. I dlatego to petrograf zawodowy za jedną z naczelných podstaw swego dalszego samokształcenia powinien uważać studia w terenie, które jedynie umożliwiają mu bezpośrednio zapoznanie się z budową większych obszarów skał krystalicznych i wulkanicznych. Poznanie kilku przynajmniej takich terenów jest dlań nieodzowne także i ze względu na to, że skały ogniowe stanowią, jak wiemy, niewyczerpane prazródło wszystkich innych składników litosfery powierzchniowej. Na takich obszarach petrograf powinien czuć się, jak u siebie w domu. Zbrojny w młotek, lupę, kompas górniczy, altymetr i pedometr, odczytuje on historję danego terenu, oznacza na mapie granice skał poszczególnych, ich bieg i upad, notuje i szkicuje w swym nieodzupnym „dzienniku podróży“ wszystkie zauważone momenty geologiczne, zbiera i numeruje okazy, przeznaczone do szczegółowego zbadania w laboratorium. Praca petrografa składa się, jak widzimy, z dwu perjo-

dycznie powtarzających się faz: z obserwacji w terenie i z badań wykonywanych w pracowni. Obie fazy, nawzajem się uzupełniając, stanowią razem całość logicznie skończoną. Brak w działalności petrografa jednego z tych stadjów czyniłoby zeń badacza ułomnego i bezpłodnego: bez podstawy geologicznej nie mógłby on w wielu razach oznaczyć genezy skały, bez badań pracownianych nie wiedziałby często, z czym właściwie ma do czynienia. Powinien już o tem pamiętać samouk, przystępujący do wykonania pierwszej pracy samodzielnej z zakresu petrografii opisowej.

Jak z uwag powyższych wypada, przygotowanie się do samodzielnych studjów petrograficznych nie jest łatwe. Wymieniliśmy wszystkie jego etapy dość szczegółowo, by samouk mógł należycie ocenić te trudności, jakie mu wypadnie pokonać. Uczyniliśmy to nie gwoli jego zniechęcenia, lecz przeciwnie — gwoli podniecenia jego energii i pobudzenia ambicji. Jesteśmy bowiem przekonani, że samouk prawdziwy, t. j. człowiek, dążący do opanowania pewnej gałęzi wiedzy dla niej samej, musi mieć do niej zamiłowanie, musi ją kochać. A wtedy zadanie staje się prostem. „Miłość mocna jest, jak śmierć“, pokona wszystko. Trudności, napotykanne na drodze do osiągnięcia ideału wiedzy i prawdy, przeistaczają się w świadomości rozmiłowanego w nim badacza w szlachetne bodźce, które go niewątpliwie do zamierzonego doprowadzą celu.

Przyroda pociąga umysły nasze wszystkimi swojemi objawami. Piękne są kwiaty i ptaki, zwierzęta lądowe i morskie, cudne są nadewszystko w tajemniczych głębiach ziemi poczęte kryształły, ponętne skał hieroglify! Czyż nie warto użyć wysiłku, by opanować sztukę ich odczytywania?

2. Przechodząc teraz do *wskazówek biblijograficznych*, zaraz na wstępie musimy położyć nacisk na znaczenie dobrego podręcznika w samouctwie. Wykład uniwersytecki, wypowiedziany żywym, niekiedy porywającym słowem, działa przedewszystkiem zachęcająco, wpływa na wybór specjalności, wywołuje na jaw ukryte niejako w słuchaczu skłonności i upodobania naukowe. Rzadko bywa on tak wyczerpujący, by samouk mógł na nim po-

przestać w dalszych fazach swych studjów. Dobra książka stanowi więc niezbędne uzupełnienie wykładu szkolnego i winna być, o ile możności, równoległe z nim czytana. Podręcznik uniwersytecki może nawet, o ile chodzi o faktyczną stronę wiedzy, w zupełności zastąpić wykłady mówione profesora. Szkoła bowiem nietyle jest cenną i nieodzowną przez to, co się w niej mówi, lecz przez to, co się w niej pokazuje. Ćwiczenia, prowadzone przez wytrawnego specjalistę w pracowni, żywy czyn naukowy profesora nietylko wykładającego, lecz i twórczo wiedzę uprawiającego, — oto, co kształci samouka w szkole i czego mu dać nie może książka. Podręcznik natomiast otwiera przed nim wiedzę kompletniejszą i wprowadza bardziej szczegółowo w literaturę przedmiotu. Samouctwo pozaszkolne opiera się już wyłącznie niemal na czytaniu dzieł i czasopism naukowych w danym zakresie. Mamy tu na myśli, oczywiście, literaturę światową. Samouk musi przeto czytać przynajmniej w kilku najważniejszych językach europejskich.

Przegląd niezbędnej literatury petrograficznej rozpoczniemy od wskazania kilku podstawowych dzieł i podręczników treści ogólnej, przechodząc następnie do dzieł bardziej specjalnych i monograficznych.

A. PETROGRAFJA OGÓLNA I OPISOWA.

H. Rosenbusch. *Elemente der Gesteinslehre.* Stuttgart 1898, str. 546.

„Zasady petrografji“ H. Rosenbuscha uważamy za podstawowy podręcznik opisowej nauki o skałach. Odznacza się on nadzwyczajną jasnością z jednej strony, zupełnością zaś — z drugiej. Obejmuje systematyczny opis wszystkich skał, zarówno ogniwych (głębiniowych, żyłowych i wylewnych), jak osadowych i metamorficznych. Mamy tu zwięzłe i przejrzyste charakterystyki wszystkich rodzin skalnych, ich skład mineralny i chemiczny, ich budowę i występowanie w litosferze. Najważniejsze typy strukturalne przedstawiono na ilustracjach, będących reprodukcją zdjęć mikrofotograficznych.

Książka H. Rosenbuscha doczekała się już 3 wydań, a obecnie wyszła w wyd. 4-em, opracowaniem przez A. Osanna

(Stuttgart, 1922 — 1923), który wprowadził do niej swoją metodę przedstawiania składu chemicznego w rzutach na trójkącie równobocznym (porówn. Wstęp do petrografji 3, str. 155).

H. Rosenbusch. *Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine. Ein Hilfsbuch bei mikroskopischen Gesteinsstudien. B. I. Die petrographisch wichtigen Mineralien. B. II. Massive Gesteine.* Stuttgart, 1873.

Wydane poraz pierwszy w r. 1873, dzieło to w r. 1904 ukazało się już w 4-em wydaniu przy współudziale E. A. Wülfinga, który gruntownie przerobił i uzupełnił część jego pierwszą. Obecnie wychodzi 5-te wydanie, którego zeszyt 1-szy nosi datę r. 1921, 2-gi zaś — 1924.

Dzieło to Rosenbuscha, a w dwu ostatnich wydaniach — Rosenbuscha-Wülfinga, uważamy za podstawowy i wyczerpujący podręcznik do gruntowniejszych studjów mikroskopowo-petrograficznych. Jest on tem cenniejszy, że w t. 1-ym zawiera *kompletny wykład optyki kryształów* i metod mikroskopowo-optycznych w zastosowaniu do minerałów skałotwórczych; dalej zawiera szczegółowy opis tych ostatnich wedle układów krystalograficznych. Tom 2-gi całkowicie jest poświęcony wyczerpującemu opisowi skał ogniowych (masywnych), które, podobnie jak w „Elementach“ tegoż autora, zostały podzielone na 3 kategorie: głębinowe, żyłowe i wylewne. Każda z nich składa się z szeregu rodzin, których opis stanowi właściwą treść tego olbrzymiego tomu (w wyd. 3-ciem 1359 str.). W opisie poszczególnych rodzin przytoczona jest *kompletna literatura* przedmiotu; podany wyczerpująco skład mineralny i zasady podziału na rodzaje, scharakteryzowana budowa skał, tudzież ich przeobrażenia kontaktowe i metamorfoza; przy lawach zostały także uwzględnione ich tufy. Dzieło zawiera ponadto kilkaset rysunków, diagramów oraz kilkanaście tablic fototypowych z ilustracjami mikrostruktury skał i minerałów.

Ferd. Zirkel. *Lehrbuch der Petrographie.* Wydanie 2-gie, 3 tomy. Lipsk 1893—1894.

Kapitałne to w swoim czasie dzieło musimy dziś uznać za przestarzałe. Ale pomimo to nie wahamy się tu go przytoczyć ze względu na obfitość nagromadzonego w niem materiału faktycz-

nego i bibliografji z przed lat 30. Tom 1-y (str. 845) zawiera, oprócz petrografji ogólnej (metody badań, minerały skałotwórcze, budowa skał, formy występowania, geneza i systematyka skał), także początek petrografji szczegółowej (wstęp do skał ognio-
wych). Tom 2-gi (str. 941) poświęcony jest całkowicie opisowi skał ognio-
wych (głębinowych i wylewnych razem). Wreszcie, w tomie 3-im (str. 833) mamy dokończenie skał ognio-
wych, łupki krystaliczne i skały osadowe (osady krystaliczne i skały okru-
chowe). Ilustracyj żadnych dzieło Zirkla nie zawiera.

J. P. Iddings. *Rock Minerals. Their chemical and physical characters and their determination in thin sections.* New-York, 1906. Wydanie 1-e, str. 458.

Jest to podręcznik, napisany zwięźle i przejrzysto, a mający na celu opis minerałów skałotwórczych i metody ich oznaczania pod mikroskopem. W pierwszej części dzieła wyłożone są również ogólne własności chemiczne i fizyczne minerałów skałotwórczych, przyczem najwięcej miejsca poświęcono oczywiście własnościom i metodom optycznym. Liczne i wyborne rysunki, a także diagramy, ilustrują tę starannie zredagowaną książkę, na której końcu znajdujemy także tablice do mikroskopowo-optycznego oznaczania minerałów skałotwórczych. Polecamy ją samoukowi, jako wzór podręcznika amerykańskiego w tej dziedzinie. Odpowiada ona swym poziomem pierwszemu tomowi dzieła Rosenbuscha-Wülfinga: *Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien* (ob. wyżej).

J. P. Iddings. *Igneous Rocks. Composition, Texture and Classification. Description and Occurrence.* 2 tomy: I New-York 1909; II New-York 1913.

Dzieło to amerykańskiego uczonego stanowi z poprzedzającym jedną całość. Tom I-y (str. 464) poświęcony jest własnościom ogólnym skał ognio-
wych: składowi chemicznemu i własnościom fizycznym, dalej budowie i dyferencjacji skał pochodzenia ogniowego. W osobnym rozdziale autor rozpatruje występowanie skał ognio-
wych w litosferze, wreszcie podaje bardzo szczegółowe zasady klasyfikacji skał, wypracowanej i przyjętej przez petrografów amerykańskich (por. str. 157 „Wstępu do petrografji“).

Tom II-gi (str. 685) zawiera szczegółowe opisy skał ogniowych i ich występowanie w litosferze. Układ jego jest odmienny od przyjętego w Europie (zwłaszcza w literaturze niemieckiej) i opiera się głównie na składzie chemicznym. Iddings nie odróżnia przeto skał głębinowych, wylewnych i żyłowych (jak to czyni H. Rosenbusch), lecz opisuje je razem, jako „faneryty“ (ziarniste i krystaliczne) i „afanity“ (porfiryrczne, zbite, szkliste). Największą wartość posiada druga część t. II-go, w której autor rozpatruje szczegółowo występowanie skał ogniowych we wszystkich częściach świata, kładąc szczególniejszy nacisk na lądy amerykańskie. Wszędzie podane są przytem prowincje petrograficzne skał ogniowych i bardzo dużo analiz chemicznych. Książkę Iddingsa polecamy zwłaszcza tym, którzy pragnęliby zapoznać się bardziej szczegółowo z rozpowszechnieniem skał ogniowych na powierzchni globu ziemskiego.

F. E. Wright. *The Methods of Petrographic-microscopic Research*. Washington, D. C. 1911. Str. 204.

L. Duparc et F. Pearce. *Traité de technique minéralogique et pétrographique*. Première partie: les méthodes optiques. Lipsk 1907.

Obie książki ostatnio wymienione radzimy czytać po przestudjowaniu Rosenbuscha-Wülfinga (str. 538).

F. Rinne. *Gesteinskunde*. Wyd. 8 i 9. Lipsk 1923. (Str. 373, rys. 509).

Niewielki ten, co do objętości, podręcznik jest jednak całkowitym wykładem petrografji. Zawiera bowiem nietylko wstępne wiadomości geologiczne, metody badań, związłą charakterystykę minerałów skałotwórczych i skał wszystkich kategorii, ale także ustępy fizyczno-chemiczne, wyjaśniające krystalizację magmy i powstawanie złóż solnych, wreszcie — rozdział, poświęcony własnościom skał technicznym. Podręcznik Rinnego odznacza się prócz tego niezwykłą obfitością rysunków i ilustracyj, celowo i umiejętnie dobranych, co go zaleca, jako doskonałą pomoc przy studjach uniwersyteckich.

Monografie petrograficzne. Jako typ monografij petrograficznych, obejmujących pewną skończoną całość i będących wzo-

rem pisania szerzej pomyslaných rozpraw naukowych w tej dziedzinie, polecamy dzieła następujące:

W. C. Brögger. Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes.

I. Die Gesteine der Grorudit-Tinguait-Serie. Kristiania, 1894.

II. Die Eruptionsfolge der triadischen Eruptivgesteine bei Predazzo in Südtirol. Kristiania, 1895.

III. Das Gangfolge des Laurdalits. Kristiania, 1898.

H. S. Washington. The Roman Comagmatic Region. Washington, 1906.

A. Lacroix. Les roches alcalines caractérisant la province pétrographique d'Amfansindava (Nouvelles Archives du Muséum d'histoire naturelle). Paris, 1902—1903.

Petrografja skał osadowych.

K. Andréé. Geologie des Meeresbodens. Lipsk, 1920. str. 689.

Przestudjowanie tej książki zalecamy gorąco wszystkim petrografom, którzyby pragnęli zająć się poważniej nauką o skałach osadowych. Zawiera ona dużo danych faktycznych, dotyczących się sedymentacji w morzach i oceanach dzisiejszych. Poznanie tych spostrzeżeń stanowi pierwszorzędną podstawę do odpowiedniego ujęcia i zrozumienia genezy skał osadowych w epokach minionych. Dzieło Andréégo zawiera ponadto bogatą bibliografię przedmiotu. Istotną treść jego — o ile ona tyczy się sedymentacji — podaliśmy we Wstępie ogólnym (4, str. 174).

L. Cayeux. L'étude pétrographique des roches sédimentaires. Paris, 1916.

Jest to pierwsze dzieło poświęcone petrografji skał osadowych, napisane przez doskonałego znawcę przedmiotu i oparte na monografiach tegoż autora, o których wspominaliśmy na str. 200 i 206.

H. B. Milner. An Introduction to Sedimentary Petrography. London, 1922.

Niewielka ta książeczka zawiera przeważnie opis minerałów „okruchowych“ i podkreśla znaczenie petrografji osadowej dla paleogeografji.

Łupki krystaliczne i metamorfizm.

U. Grubenmann. Die kristallinen Schiefer. Wyd. 2-gie. Berlin, 1910. (Str. 298).

Książkę tę polecamy, jako podstawowy podręcznik nauki o łupkach krystalicznych i metamorfizmie (porówn. Wstęp ogólny, 5, str. 213).

Ch. R. Van Hise. A Treatise on Metamorphism. Monographs of the United States Geological Survey. Volume XLVII. Washington 1904. Str. 1286.

Dzieło na obrzymią zakrojone skalę. Dziś pod względem teoretycznym już nieco przestarzałe, ale zawierające obfity materiał faktyczny, tyżący się rozmaitych stadjów przeobrażania się minerałów, skał, pokładów kruszcowych i in. Radzimy zaglądać doń w sprawach konkretnych i literackich. Polecamy uwadze czytelnika także piękne zawarte w niem mikrografje, ilustrujące rozmaite objawy metamorfizmu.

B. PETROGRAFJA DOŚWIADCZALNA I FIZYCZNO-CHEMICZNA.

A. Daubrée. Études synthétiques de géologie expérimentale. Paris, 1879 (str. 828).

Znakomite to dzieło odegrało w dziejach nauk geologicznych pierwszorzędną rolę. Stworzyło epokę. Daubrée dowiódł w niem w sposób rozstrzygający ważności eksperymentu dla rozwoju nauki o ziemi. Niektóre jego doświadczenia mają do dziś dnia podstawowe znaczenie dla nauki o złożach kruszcowych, teorii metamorfizmu i in. Každy historycznie wykształcony petrograf powinien się z niem zapoznać.

F. Fouqué et Michel-Lévy. Synthèse des minéraux et des roches. Paris, 1882 (str. 423).

Dzieło to zapoczątkowało rozwój syntezy mineralogiczno-petrograficznej na szerszą skalę. Zostały w niem po raz pierwszy opisane syntezy skałeni i skał zasadowych na drodze czysto ogniowej. Doświadczenia te wywarły w swoim czasie wielkie wrażenie w świecie naukowym i przyczyniły się w wysokim stopniu do wyrobienia racjonalnego poglądu na powstawanie skał krzemianowych.

W związku z powyższymi dziełami szkoły francuskiej przytaczamy tu tytuły kilku jeszcze *rozpraw i monografij*, które w historii eksperymentu mineralogiczno-petrograficznego odegrały wydatną rolę i których przestudjowanie uważamy za bardzo pożyteczne dla studjujących, którzyby pragnęli zapoznać się z tym działem wiedzy petrograficznej bardziej szczegółowo:

J. Morozewicz. Experimentelle Untersuchungen über die Bildung der Minerale im Magma. *Tschermak's Mineralog. u. petrogr. Mitteilungen.* Wiedeń, 1898.

J. H. L. Vogt. Physikalisch-chemische Gesetze der Krystallisationsfolge in Eruptivgesteinen. Tamże R. 1906 — 1908.

A. L. Day, E. T. Allen. The Isomorphism and Thermal Properties of Felspars. Washington D. C. 1906. Carnegie Institution.

W wydawnictwach „Carnegie Institution“ znajdzie czytelnik wiele innych — pomniejszego znaczenia — rozpraw w tym zakresie.

Dzieła podręcznikowe.

H. E. Boeke. Grundlagen der physikalisch-chemischen Petrographie Berlin 1915. (str. 428).

Jest to pierwszy obszerniejszy podręcznik petrografji fizyczno-chemicznej. Większą część książki autor poświęca zjawiskom krystalizacji magmatycznej. Rozważa szczegółowo własności termiczne minerałów skałotwórczych i stopów krzemianowych. Rozpatruje dalej ogólnie i konkretnie układy dwuskładnikowe i trójskładnikowe. Daje ogólne pojęcie o układach cztero- i wieloskładnikowych. Osobno traktuje gazy w magmie i warunki równowagi „układów gazowych“. Specjalny rozdział poświęca pegmatytom i „fazom hydrotermalnym magmy“. Mówiąc o wietrzeniu, daje treściwy wykład mineralogji koloidalnej. Wreszcie obszernie przedstawia krystalizację osadów, a zwłaszcza złóż solnych, kończąc swe dzieło rozważaniem metamorfozy i łupków krystalicznych.

Książkę H. E. Boeke'go polecamy tym, którzy chcą zapoznać się gruntowniej z zastosowaniami metod fizyczno-chemicznych do zagadnień petrografji. W r. 1922 dzieło to ukazało się w wyd. 2-giem (opracowane przez W. Eitel'a).

F. W. Clarke. The Data of Geochemistry U. S. Geological Survey, Bulletin 491. Washington.

Dzieło to ukazało się w r. 1920 już we 4-em wydaniu. Autor jego ujmuje zjawiska geologiczne z punktu widzenia chemicznego. Rozpatruje więc naprzód ogólny skład chemiczny litosfery, hydrosfery i atmosfery (porówn. Wstęp 3, str. 138), przechodząc następnie do szczegółowej charakterystyki minerałów i skał wszystkich kategorii, do ich powstawania i przeobrażania się. Obficie i sumiennie zebrana biblijografia czyni z dzieła Clarke'a niezbędną pomoc dla osób, studjujących specjalnie petrografię chemiczną.

Do *analizy chemicznej krzemianów i węglanów*, w której petrograf musi osiągnąć pewną biegłość, poza cytowanym już parokrotnie w tym tomie podręcznikiem Treadwella (porówn. str. 461), polecamy dwa dziełka specjalne.

W. F. Hillebrand. The Analysis of Silicate and Carbonate Rocks. Washington, 1907. (Analiza skał krzemianowych i węglanowych).

M. Dittrich. Anleitung zur Gesteinsanalyse. Lipsk, 1905.

Zbiory analiz skał ogniowych.

J. Roth. Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine. Trzy zeszyty: 1) analizy od r. 1861 do 1868, Berlin 1869; 2) analizy od r. 1869 do 1873, Berlin 1873; 3) analizy od r. 1873 do 1879. Berlin 1879.

H. S. Washington. Chemical Analyses of Igneous Rocks published from 1884 to 1913 inclusive, with a critical discussion of the character and use of analyses. Str. 1201. Washington, 1917. Wydawnictwo U. S. Geological Survey, Professional Paper 99.

C. NAUKA O KOPALINACH UŻYTECZNYCH.

L. De Launay. Traité de métallogénie. Gîtes minéraux et métallifères. Gisements, recherches, production et commerce des minéraux utiles et minerais, description des principales mines. Paris et Liège, 1913.

Jest to, bez wątpienia, najobszerniejsze i najkompletniejsze dzieło o kopalinach użytych. Składają się na nie 3 grube tomy. Tom 1-szy (str. 858) zawiera przede wszystkim „zasady ogólne metalogenji“, a więc dane geochemiczne i ogólną charakterystykę rozmaitych typów złóż kruszcowych i mineralnych, a w końcu bardzo oryginalnie pomyślany rozdział o „prowincjach metalogenicznych i typach regionalnych“, które autor wiąże z tektoniką (górami fałdowymi i zapadliskami). Druga znacznie większa część tomu I-go poświęcona została opisowi złóż właściwych. Autor opisuje je jednak w sposób odmienny od przyjętego w niemieckich podręcznikach tego rodzaju. De Launay skupia złoża nie w gromady genetyczne, lecz przytacza je pod każdym pierwiastkiem chemicznym z osobna. I tak np. w rozdziale, zatytułowanym „węgiel“, opisuje złoża grafitu, diamentu, dalej „minerały palne“. łupki bitumiczne, naftę (ropę), wosk ziemny, asfalt, gazy naturalne. W rozdziale „krzem“ mówi się o kwarcu, skaleniu, glinach, kaolinie, łupkach dachowych, mące, azbeście, kamieniach drogich, etc. W ten sposób w tomie I-ym autor rozpatrzył pierwiastki gazowe, metaloidy i metale kruche. Tom II-gi (str. 801) obejmuje złoża cyny, pierwiastki z grupy niobu i tantalu, dalej pierwiastki alkaliczne i ziemnoalkaliczne, ziemie rzadkie, wreszcie żelazo, mangan, nikiel, kobalt i miedź. Na tom III ci (str. 943) składają się opisy złóż metali ciężkich, od cynku i ołowiu zaczynając, a kończąc na złocie i metalach platynowych. Dzieło De Launay zawiera przeszło 1000 rysunków w tekście i jest prawdziwą encyklopedją wiadomości, tyczących się kopalin użytecznych we wszystkich krajach, i to nie tylko wiadomości mineralogiczno-geologicznych, lecz także — historycznych statystycznych i handlowych. Nie pominięte są również i *złoża polskie*. Najwięcej miejsca autor udziela złożom nafty małopolskim (t. I., str. 548 — 557, 2 mapki). Wspomina także (przy Rosji) o naszych rudach żelaznych i (niedokładnie) o miedzianych, podobnie — o cynkowych i ołowianych. Zagłębi węglowych De Launay nie uwzględnia, zamierzając poświęcić im osobne dzieło.

F. Beyschlag, P. Krusch, J. H. L. Vogt. Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine nach Form, Inhalt und Entstehung. Stuttgart, 1914 — 1921.

Dzieło zakrojone na 3 tomy, z których ukazały się dopiero dwa pierwsze (obydwa w drugim wydaniu). Tom I-y (str. 563) zawiera bardzo obszernie i gruntownie wyłożone wiadomości ogólne, systematykę, formy i treść złóż kruszcowych, dalej — ich powstawanie i przeobrażanie się. W drugiej połowie tomu I-go znajdujemy szczegółowy opis złóż magmatycznych i kontaktowych oraz — złóż żyłowych cyny i rtęci. Tom II-gi (str. 904, r. 1921) poświęcony jest wyłącznie złożom żyłowym (epigenetycznym i metasomatycznym) i pokładowym oraz piaskom kruszonośnym i in. Tom. III-ci dotychczas jeszcze nie wyszedł.

K. Bohdanowicz. Rudnyja miestorożdenja (po rosyjsku = złoża kruscowe), 2 tomy. Petersburg 1912 — 1913.

Znający język rosyjski może w tej książce znaleźć opisy złóż kruszcowych Rosji europejskiej i azjatyckiej o wiele dokładniejsze, niż w tego rodzaju dziełach zachodnioeuropejskich. Polskie złoża cynku i ołowiu zostały tu również szerzej uwzględnione.

R. Beck, G. Berg. Abriss der Lehre von den Erzlagertstätten Berlin. 1922. Str. 408.

Nieduży ten stosunkowo podręcznik poświęcony jest wyłącznie tylko złożom kruszcowym.

O. Stutzer. Die wichtigsten Lagerstätten der „Nichterze“. Berlin, 1911. Str. 474.

Książka Stutzer'a jest niejako dopełnieniem dzieła poprzednio wymienionego, zawiera bowiem opis złóż „nie-kruszcowych“. Dotychczas ukazała się tylko część jej pierwsza, zawierająca monograficzny opis złóż grafitu, diamentu, siarki i fosfatów.

B. Dammer, O. Tietze. Die nutzbaren Mineralien. Tom I. Str. 501, Berlin, 1913; t. II. Str. 539, Berlin, 1914.

Dzieło to poświęcone jest opisowi złóż minerałów użytecznych z wyjątkiem kruszców (rud), soli potasowych, węgla i nafty.

D. PETROGRAFJA STOSOWANA.

J. Hirschwald. Handbuch der bautechnischen Gesteinsprüfung. Berlin, 1912.

Olbrzymie to dzieło (str. 923) przeznaczone jest przede wszystkim dla inżynierów i architektów. Jak na prawdziwy „Handbuch“ przystało, zawiera ono wykład całego niezbędnego przygotowania do przedmiotu głównego, a więc metodykę badania technicznego kamieni budowlanych. Mamy tu cały niemal podręcznik petrografji, zastosowanej do potrzeb inżyniera budowniczego. Następnie podane są ogólne metody badań kamieni pod względem ich mocy, twardości, ścieralności, odporności na czynniki atmosferyczne i t. d. Dalej idą specjalne badania piaskowców, szarogłazów, wapieni i dolomitów, łupków dachowych, granitów, gnejsów, bazaltów i t. d. Compendium Hirschwalda możemy polecić także i fachowemu petrografowi, gdyż znajdziemy w niem dużo cennych wskazówek co do budowy skał osadowych i ich wietrzenia. Przytoczono tu również liczne analizy chemiczne skał osadowych i innych.

E. CZASOPISMA.

W samouctwie zawodowym — poza studjami dzieł i podręczników podstawowych — najważniejszą bodaj rolę odgrywają czasopisma fachowe. Czytanie ukazujących się w nich perjodycznie rozpraw oryginalnych wprowadza we właściwy świat twórczości na obszarze danej dyscypliny. Jest to najlepsza i najprędsza droga poznawania postępów wiedzy i nurtujących ją prądów. Poniżej podajemy tytuły kilku tylko najważniejszych czasopism, w których ukazują się rozprawy z petrografji i nauk pokrewnych.

a) *Czasopisma francuskie:*

Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie Française. Paryż, od r. 1835.

Bulletin de la Société Minéralogique de France. Paryż, od r. 1878.

Annales des Mines. Paryż, od r. 1815.

Revue de Géologie. Liège, od r. 1920.

b) *Czasopisma angielskie:*

The American Journal of Science. New-Haven, od r. 1818.

Mineralogical Magazine. Londyn, od r. 1881.

Carnegie Institution of Washington. Publications. Od r. 1901.

c) *Czasopisma niemieckie:*

Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. Stuttgart, od r. 1830.

Bardzo ważne ze względu na obfity i dokładny dział referatów.

Tschemark's Mineralogische u. Petrographische Mitteilungen
Wiedeń, od r. 1878.

Zeitschrift d. Deutschen Geologischen Gesellschaft. Berlin,
od r. 1848.

d) *Czasopisma polskie*, w których ukazują się prace treści
mineralogiczno-petrograficznej:

Rozprawy Polskiej Akademji Umiejętności w Krakowie, od
r. 1874.

„Kosmos“, organ Polskiego Tow. Przyrodn. im. Kopernika.
Lwów, od r. 1876.

Pamiętnik Fizjograficzny. Warszawa, od r. 1881.

„Sprawozdania“ i „Prace“ Pol. Instytutu Geologicznego.
Warszawa, od r. 1920.

3. *Podróże i studja dopełniające zagranicą.* Kto przed-
studjował już sumiennie ogólny zarys nauk geologicznych i za-
poznał się z mineralogją i petrografją kraju rodzinnego, tudzież
z istniejącemi w nim pracowniami naukowemi w tej dziedzinie,
kto zgłębił dostatecznie literaturę i spróbował już sił własnych
przez napisanie kilku rozpraw oryginalnych, dając się tem poznać
ogółowi fachowców, ten uczyni dobrze, gdy, mając możność
podróżowania i znając parę obcych języków, zwiedzi wybitniejsze
laboratorja mineralogiczno-petrograficzne w Europie i Ameryce.
Chodzi tu przede wszystkim o bardziej szczegółowe zapoznanie
się z naukowemi metodami pracy, przyjętemi lub oryginalnie
stworzonymi w danem laboratorjum, i o bezpośrednie zetknięcie
się oraz wymianę myśli z tymi specjalistami, których prace czy-
tał już i studjował.

Doskonałą ku temu sposobność dają *kongresy międzynarodowe geologów*, odbywające się co 3 lata w rozmaitych państwach
Europy i Ameryki i mające na celü debaty nad najważniejszymi
zagadnieniami aktualnemi na całym obszarze nauk geologicznych.
Ze zjazdami temi połączone są nadto wycieczki po całym kraju,
prowadzone zwykle przez najwybitniejszych znawców terenu.

Nie potrzebujemy tu bliżej wyjaśniać, jak wielkie znaczenie samokształceniowe posiadają takie międzynarodowe zebrania ludzi, pracujących w jednym zawodzie naukowym. Kilkutygodniowe z nimi obcowanie jest, doprawdy, najlepszą i najwyższą szkołą dla „samouka”. Trzeba tylko, by się on wybrał na taki zjazd należycie przygotowany: by dobrze ułożył marszrutę podróży w tę i tamtą stronę, by naprzód zapisał się na te wykłady i wycieczki, które go najbardziej interesują, wreszcie, by zgóry ułożył i rozważył te zagadnienia naukowe, któreby chciał z kolegami zagranicznymi przedyskutować, lub w których pragnąłby zabrać głos publicznie na posiedzeniach zjazdu. Dodamy jeszcze, że przy okazji takiej podróży kongresowej można nietylko zwiedzić szereg pracowni naukowych i muzeów, ale także zebrać podczas wycieczek ciekawe kolekcje mineralogiczno-petrograficzne. W końcu nieobojętną jest także (jak na dzisiejsze powojenne czasy!) i ekonomiczna strona kongresów, o których mowa: bywają one zwykle subwencjonowane przez państwo, w którego granicach się odbywają. Koszta z nimi połączone są więc o wiele mniejsze od tych, któreby trzeba było ponieść, odbywając podróż podobną samodzielnie.

MINERALOGJA I PETROGRAFJA POLSKI.

opracował

JÓZEF MOROZEWICZ.

Treść: I. Uwagi ogólne. II. Złoże mineralne Polski: 1. minerały złóż kruszcowych; 2. minerały złóż solnych; 3. siarka i siarczany; 4. węglany i fosforany; 5. kwarc i krzemiany; 6. minerały palne. III. Skały ogniowe i metamorficzne. IV. Skały osadowe Polski. V. Bibliografja.

I. UWAGI OGÓLNE.

Dotychczas nie posiadamy — ze wstydem to stwierdzić wypada zaraz na wstępie — żadnego opracowania monograficznego ani minerałów, ani skał Polski, jakkolwiek mamy już dość okazały poczet rozpraw i opisów poszczególnych w tym zakresie. I dlatego odczuwam niemałe zakłopotanie, skoro w myśl programu „Poradnika“ wypada mi teraz podać „wskazówki dla studjujących“ mineralogję i petrografję kraju ojczystego. Sądzę jednak, że w braku syntetycznego ujęcia tematu, należy tu użyć metody indukcyjnej i przedstawić czytelnikowi faktyczny stan naszych wiadomości o przyrodzie nieożywionej Polski, do którego musi on zastosować odpowiednie studia przedwstępne. Oczywiście, kto chce zapoznać się z tą dziedziną przyrodoznawstwa rodzimego, musi wpierw osiąść ogólne podstawy wiedzy w zakresie, wskazanym we „Wstępie do mineralogji i petrografji“. Dalej, studia bardziej szczegółowe minerałów i skał naszego kraju nie dadzą się pomyśleć także bez pewnego, ogólnego choćby, przygotowania geologicznego. Jest to tem bardziej

niezbędne, że wszystkie ważniejsze złoża minerałów polskich spoczywają w formacjach osadowych, które w ten czy inny sposób wpływają na ich charakter i paragenezę. Bez geologicznego ujęcia przedmiotu nie dałoby się przeto zrozumieć ani ich pochodzenia, ani przeobrażeń wtórnych.

Wychodząc z tych przesłanek, postaram się podać w następstwie treściwy przegląd złóż mineralnych na dzisiejszym obszarze Rzplitej, wymieniając najważniejsze dostrzeżone w nich dotychczas minerały. Da to możliwość czytelnikowi rozejrzenia się bardziej szczegółowego w zakresie tych wiadomości przedwstępnych, które muszą być przezeń przyswojone, tak z dziedziny mineralogji ogólnej, jak zwłaszcza — geologii Polski, zanim on przystąpi do przedmiotu właściwego, t. j. do zapoznania się z dość szczupłym zresztą zespołem naszych minerałów. Podobnej metody trzymać się będziemy, mówiąc o petrografji. Końcowy rozdział przeglądu niniejszego poświęcimy bibliografji w porządku, zastosowanym do tego, w jakim wymieniać będziemy złoża minerałów i skał polskich.

II. ZŁOŻA MINERALNE POLSKI.

Przystępując do przeglądu złóż mineralnych Polski, musimy zastrzec się, że nie będzie to zgoła wykaz wyczerpujący, uwzględnimy w nim bowiem tylko rzeczy najważniejsze i najbardziej dla Polski charakterystyczne, które już zostały w literaturze naukowej choćby częściowo opracowane lub przynajmniej zaznaczone. Nie będziemy się przytem trzymać ściśle żadnej systematyki, lecz wymienimy minerały nasze w dowolnych mniej więcej grupach zależnie od ich paragenезы i warunków występowania geologicznego. Odróżnimy mianowicie grupy następujące: minerały złóż kruszcowych, minerały złóż solnych, siarkę i siarczany; dalej — węglany i fosforany; kwarc i krzemiany; wreszcie — minerały palne.

1. Minerały złóż kruszcowych.

Polska posiada dwa główne tereny, na których występują minerały kruszcowe: są to góry Świętokrzyskie i pn.-wschodnia połać zagłębia Polsko-Śląskiego. Mamy tu do czynienia przeważnie z kruszcami miedzi, ołowiu, cynku i żelaza. Złoża ich

należą po największej części do typu epigenetyczno-żyłowego lub epigenetyczno-pokładowego, a osadzone bywają przeważnie w formacjach wapiennych lub dolomitowych, rzadziej — ilastych i piaszczysto-ilastych wieku paleozoicznego lub mezozoicznego. Pod względem składu chemicznego kruszce nasze należą do siarczków, siarkosoli, tlenków i soli tlenowych. Naogół, siarczki i siarkosole bywają zwykle minerałami pierwotnymi, tlenki i sole tlenowe — wtórnymi.

Lista minerałów kruszczowych Polski nie jest długa. Wymienimy najważniejsze z nich po kolei, zaczynając od związków miedzi i oznaczając gwiazdką (*) te z nich, które zostały znalezione w postaci wyraźnych kryształów.

Minerały *miedziane*: miedź rodzima* (Cu), chalkopiryt* ($Cu_2Fe_2S_4$), chalkozyn (Cu_9S), tetraedryt ($3 Cu_3PbS_3 \cdot CuZn_2SbS_4$), miedziankit ($2 Cu_3AsS_3 \cdot ZnS$); azuryt* ($2 CuCO_3 \cdot CuH_2O_2$), malachit ($CuCO_3 \cdot CuH_2O_2$); kupryt (Cu_2O), czerń miedzi (CuO), lubeckit ($4 CuO \cdot \frac{1}{2} Co_2O_3 \cdot Mn_2O_3 \cdot 4 H_2O$); staszycyt [$(Ca, Cu, Zn)_3(AsO_4)_2 \cdot 2 (Ca, Cu, Zn) O_2H_2$]; chryzokola ($H_2CuSiO_4 \cdot H_2O$).

Minerały *ołowiane*: galena* (PbS), jordanit ($Pb_4As_2S_7$); anglezyt* ($PbSO_4$); cerusyt* ($PbCO_3$), fosgenit* ($Pb_2Cl_2CO_3$).

Minerały *cynkowe*: blenda* (ZnS); smithsonit* ($ZnCO_3$); kalamin* ($H_2Zn_2SiO_5$); cynkit (ZnO); adamin (Zn_2OHAsO_4).

Minerały *żelazne*: piryt* (FeS_2), markasyt* (FeS_2); syderyt ($FeCO_3$); hematyt (Fe_2O_3); limonit ($2 Fe_2O_3 \cdot 3 H_2O$).

Minerały *manganowe*, towarzyszące rudom żelaznym, należą do piroluzytu (MnO_2), psyломelanu i wadu ($MnO_2 + BaO + K_2O + \dots$), rzadziej — manganitu ($Mn_2O_3 \cdot H_2O$).

Minerały wymienione oraz ich wielorakie odmiany tworzą złoża rozmaicie skombinowane, które zawierają ponadto inne jeszcze im towarzyszące minerały niemetaliczne.

Złoża miedzi. Najznacniejsze, choć niezbyt obfite, złoża miedzi posiadamy w Kieleckiem na Miedzianej Górze i na Miedziance, gdzie istnieją oddawna, dziś po części zaniechane, kopalnie miedzi. Są to złoża żyłowo-epigenetyczne, osadzone w wapieniu środkowo-dewońskim na pograniczu z piaskowcem dolno-triasowym. Minerałami pierwotnymi są tu: chalkopiryt, chalkozyn, miedziankit, które wraz z kalcytem i barytem stano-

wią treść żył zwykle cienkich i nieprawidłowych. Górne poziomy kruszconośne uległy przeobrażeniu „krasowemu“. W powstałych tu jaskiniach i szparach nagromadziły się kruszce utlenione wraz z czerwoną gliną, w której zdarzają się niekiedy oprócz gruzu drobnego i większe bloki kruszcowe, ważące do 150 kg. Charakterystycznym minerałem złoża miedziankowskiego jest miedziankit. Prócz miedzi, arsenu, cynku i siarki zawiera on jeszcze drobne ilości srebra, kobaltu i bizmutu. Do minerałów wtórnych, powstałych przez utlenienie i hydratyzację siarczków i siarkosoli, należą: azuryt, napotykaný niekiedy w pięknych grupach krystalicznych; malachit, występujący w najrozmaitszych odmianach; dalej jasno-zielony staszycyt, szarawy adamin; czarny, drobnokulistyczny lubeckit; niekiedy zielona chryzokola; wreszcie — srebro rodzime, jako drobne mikroskopowe wrostki w malachicie włóknistym. Na Miedzianej Górze charakterystycznym minerałem wtórnym jest miedź rodzima oraz kupryt i czerń miedziana, napotykana tu w większych ilościach. Interesujące są także pseudomorfozy kwarcu po azurycie i malachicie. Prócz minerałów miedzi zdarzają się jeszcze galena i cerusyt na Miedziance, blenda zaś cynkowa i smithsonit na Miedzianej Górze, gdzie występuje także piryt, przeobrażony w górnych poziomach w limonit, który tu dawniej obok miedzi dobywano.

Zasoby rud miedzianych w obu złożach nie są duże. W każdym jednak razie okupanci austriaccy wydobywali podczas wojny tylko z kopalni miedziankowskiej około 10 tonn rudy miedzianej dziennie z zawartością 10 — 15% Cu.

Złoża galeny (z barytem i kalcytem) i śladami miedzi znajdują się także w najbliższej okolicy Kielc, również w wapieniu środkowo dewońskim: Karczówka, Czarnowskie Górkę, Machnowska Góra, Jaworzniã i inne. W XVII w. dobywano tu galenę i znajdowano niekiedy bryły tego „kruszcza“ tak duże, że rzeźbiono z nich figury świętych (Góra Machnowska). W Jaworzni zdarzają się piękne bulaste konkracje barytu z kryształami (sześciannami) galeny w środku. W próżniach galeny osadzone bywają piękne kryształy cerusytu (J. B. P u s z).

Złoża cynku i ołowiu. Najbogatsze jednak złoża ołowiu i cynku o doniosłym znaczeniu gospodarczym posiadamy dziś na

kresach zachodnich Rzplitej — w zagłębiu Polsko-Śląskiem. Leżą one w formacji środkowo-triasowej, w t. zw. dolomicie kruszczo-nośnym, który spoczywa na wapieniu podstawowym. Ten ostatni posiada w swym spągu osady permskie, które już bezpośrednio leżą na karbonie produktywnym. Ów dolomit kruszczo-nośny, występujący w wielu punktach na powierzchnię ziemi wraz z innymi skałami triasu, tworzy od Pn.-W. pokrywę zagłębia węglowego, ciągnącą się w kierunku pn.-zachodnim i podzieloną przez podłużne wypiętrzenie karbońskie na dwie połacie: jedna z nich, północna, zaczyna się koło Miękini (na Z. od Krakowa) i przez Nową Górę, Olkusz, Ślawków, Strzemieszyce, Siewierz i Górę Siewierską ciągnie się do Gór Tarnowskich; druga — bardziej południowa, od Alwerni biegnie na Chrzanów i Będzin do Bytomia na Śląsku. Kopalnictwo kruszcowe istniało tu od wieków, a dziś koncentruje się głównie w okolicach Tarnowskich Gór, Bytomia, Chrzanowa i Olkusza.

Podstawowemi minerałami tych złóż są blenda cynkowa, galena (błyszcz ołowiu, ołowianka) wraz z ich pochodniami: galmanem (smithsonitem i kalaminem), cynkitem i cerusytem. Stałym towarzyszem kruszców cynkowo-ołowianych bywa tu markasyt i pochodzący zeń limonit. Blenda zajmuje zwykle poziomy niższe w porównaniu z galmanem, który stanowi produkt jej utlenienia. Górnicy odróżniają trojakiemu rodzaju galmany: galman czerwony, będący mieszaniną przeważnie smithsonitu i limonitu; galman biały, skupiający się w wyżartych próżniach i kieszeniach wapienia podstawowego; i wreszcie — galman konkrecjowy (rogulec). Galena leży najczęściej ponad poziomem blendy i galmanu. Warstwy dolomitu są mocno potrzaskane, a kruszce koncentrują się w miejscach najmocniejszych zaburzeń tektonicznych. Niekiedy wydobywana przez górników „ruda“ ma wygląd brekcji dolomitycznej scementowanej blendą, galeną i galmanem. Zwłaszcza galena tworzy w potrzaskanym dolomicie i galmanie nieraz jakby pajęczą sieć żył i żyłek, wypełniających różnokierunkowe spękania. W innych znów miejscach minerały cynku i ołowiu skupiają się w postaci bardziej prawidłowych pokładów, odgraniczonych płonnemi partjami dolomitu — „kopcami“.

Pochodzenie naszych złóż cynkowo-ołowianych jest epigene-

tyczne, ale, co do niektórych szczegółów genezy, panuje jeszcze pewna rozbieżność poglądów. Nie ulega wątpliwości, że mamy tu do czynienia z dość złożonymi zjawiskami przeobrażeń, tyjącami się całego złoża wraz z zawierającymi je skałami płonnymi. Nie ulega także wątpliwości, że kruszce cynku i ołowiu występują w kilku generacjach. Stosunki paragenetyczne dowodzą mianowicie, że niekiedy blenda i galena są młodsze od galmanu, który bywa przez nie obrastany. Jest to t. zw. wtórna koncentracja kruszców, powodowana przez roztwory dwuwęglanów, powstałych z utlenienia kruszców pierwotnych, które, stykając się ponownie z siarczkami (np. pirytem), wydzielają nową generację blendy i galeny. Te wtórne krystalizacje bywają zazwyczaj lepiej wykształcone. Znane są np. piękne ośmiościany galeny wtórnego pochodzenia z kopalni Bolesław w Olkuszu. Późniejsze generacje smithsonitu i kalaminu ukazują się również w krusztach.

Charakterystyczną cechą polskich minerałów cynkowych stanowi stała w nich domieszka kadmu w formie CdS (greenokitu w blendzie) lub $CdCO_3$ (w smithsonicie). Domieszka ta przenosi nieraz 1%, tak, iż kadm przy wytapianiu cynku stanowi w hutach śląskich produkt eksploatacji pobocznej. Galena polska, zwłaszcza wtórna, skupiająca się w górnych poziomach, zawiera znów domieszkę srebra (sięgającą 0.03% w Górach Tarnowskich). W markasycie, stałym towarzyszu blendy i galeny, znaleziono niewielkie ilości arsenu i talu (oraz ślady niklu i kobaltu).

Do rzadkości złóż polsko-śląskich należy minerał *jordanit* (kopalnia Szarlej pod Bytomiem) oraz *tarnowicyt*, czyli aragonit, zawierający do 9% $PbCO_3$ (Góry Tarnowskie). Poza tem w pięknych niekiedy krusztach występują: blenda (Szarlej, G. Tarnowskie), anglezyt (G. Tarnowskie), smithsonit (Szarlej, G. Tarnowskie), galena (Szarlej, Dąbrówka, G. Tarnowskie), cerusyt (Szarlej, G. Tarnowskie), fosgenit (G. Tarnowskie).

Na polskich złożach cynkowo-ołowianych opiera się poważna produkcja metalurgiczna, która tylko na obszarze wojew. śląskiego (bez Olkusza i Chrzanowa) wynosiła w r. 1922: 65.000 tonn cynku, 21.500 kg kadmu, 13.000 t. ołowiu, 620 t. glejty, 1660 kg srebra oraz 120 000 t. kwasu siarkowego (porówn. Wstęp do petrografji, str. 261).

Drobne złoża kruszcowe (ongiś eksploatowane) istnieją także w Tatrach polskich. Tworzą je tetraedryt i chalkopiryt, które wraz z barytem, kwarcem i syderytem wypełniają cienkie żyły w gnejsach i łupkach krystalicznych doliny Kościeliskiej i jej najbliższego otoczenia. Sporadycznie zdarza się galena wraz z blendą również w miocenie podkarpackim, np. w Lipkach pod Truskawcem.

Złoża rud żelaznych. Mineralogicznie odróżniamy następujące gatunki naszych rud żelaznych: hematyt (żelaziak czerwony zbity i ziemisty); limonit (żelaziak brunatny naciekowy, skorupowy, ziemisty, oolityczny, ilasty, piaszczysty i t. p.); syderyt (syderyt ilasty w płaskurach, sferosyderyt ilasty w bułach); piryt (konkrecjowo-krystaliczny, ziemisty); markasyt (krystaliczny, włóknisty). Liczne, acz niezbyt bogate, złoża rud wymienionych występują u nas w kilku rozmaitych formacjach geologicznych.

Charakter tych złóż bywa najczęściej syngenetyczno-pokładowy, krasowo-eluwjalny i gniazdowy, rzadziej — epigenetycznie-żyłowy.

Rudy limonitowe (także syderytowo-ilaste) najobficiej występują na pn.-wschodnich stokach gór Świętokrzyskich w obrębie formacji triasowej i jurajskiej. Odróżniamy tu trzy różne poziomy rudonośne: 1) w dolnotriasowym piaskowcu pstrym (okolice Suchedniowa); 2) w górnej części formacji triasowej, w t. zw. kajprze i recie (Ostrowiec, Starachowice, Bzin, Niekłań, Końskie); 3) w jurze środkowej (Małyszyn, Jastrząb, Zdziechów) Rudy tego obszaru, stanowiące samodzielne płaskury wśród skał ilasto-piaszczystych, zawierają żelaza około 30%; towarzyszy im często domieszka rud manganowych, które niekiedy tworzą samodzielne warstewki.

W Kieleckiem pokłady gniazdowe limonitu i hematytu znane są oddawna również w utworach paleozoicznych, a mianowicie w dolnym i środkowym dewonie oraz w karbonie (Miedziana Góra, Masłów, Niewachłów, Górno, Daleszyce, Cisów, Płuczki i Zaręby pod Łagowem i inne).

Ciekawe złożo czystego hematytu (zbitego i ziemistego) i syderytu zostało niedawno odkryte na linii uskokowej utworów dewońskich na obszarze wsi Rudki pod Nową Słupią (J. Samsonowicz).

Drugi znaczny obszar występowania rud limonitowych pokrywa się ze znanym już nam terenem triasowym, obfitującym w złoża cynku i ołowiu. Rudy żelazne, spoczywające zwykle powyżej galmanów, tworzą tu gniazda i składy, rzadziej żyły pochodzenia wtórnego z utlenionych markasytów, a częściowo i z blendy cynkowej. Nic też dziwnego, że zawierają one niekiedy domieszkę cynku. Zawartość żelaza waha się w nich od 33 do 36%.

Odosobnione skupienia limonitu występują i w innych jeszcze formacjach, jak np. w wapieniu węglowym (limonit ziemisty, Czarna pod Krzeszowicami) lub w wapieniu górnojurajskim (Klucze pod Olkuszem). Podobnie w Tatrach znane były oddawna (i niegdyś eksploatowane) rudy żelazne w kilku odmiennych paragenezach i formacjach: 1) w wapieniu jurajskim serji regłowej (Kopa Kościeliska, Huciska, Lejowa); w Huciskach występuje hematyt w towarzystwie kwarcu, syderytu i pirytu oraz czarnej rudy manganowej, które wszystkie razem tworzą żyłę, mającą 40 – 70 *cm* grubości; 2) w wapieniu jurajskim serji wierchowej (hematyt szczelinowy, Smytnia); 3) w łupkach węglowych na przełęczy Tomanowej (czarny hematyt w bułach i gniazdach syngenetycznych); 4) wreszcie, w gnejsach i łupkach krystalicznych (hematyt o połysku metalicznym w postaci cienkich wtrąceń żyłkowatych).

Złoża *sferosyderytu*, dostarczające najlepszych w Polsce rud żelaznych, występują w osadach ilastych formacji środkowo-jurajskiej między Zawierciem, Częstochową a Wieluniem. Liczne kopalnie tej rudy skupiają się koło Poraja, Konopisk, Kamienicy Polskiej i t. d. Buły *sterosyderytu* leżą tu w łażach rozmaicie zabarwionych (siwych, czerwonych, zielonych), warstwuując się z niemi kilkakrotnie. Zawartość żelaza sięga 35 — 40%.

Sferosyderyty znane są także na Śląsku w glinach łupkowych formacji węglowej, np. w Załężu (pod Katowicami), Janowie (pod Mysłowicami), Orzeszu, Dubieńsku i innych miejscowościach pow. pszczyńskiego. Mniej obfite złoża *sferosyderytu* występują dalej w piaskowcach i łupkach podkarpackich (eoceničkih, kredowych), np. w Węgierskiej Wólce pod Żywcem. Wreszcie syderyt krystaliczny (ziarnisty) tworzy niekiedy żyły, do 40 *cm* grubości mające, w gnejsach i łupkach krystalicznych Tatr zachodnich.

Co się tyczy *rud darniowych*, to rozpowszechnione są one w mniejszych lub większych ilościach na całym obszarze niżu Polskiego, w dolinach Warty, Wisły, Dniestru, Niemna i ich dopływów, na moczarach Pińszczyzny i t. d. O częstości tego rodzaju rud, leżących nieraz w spągu pokładów torfowych i zawierających niekiedy spore ilości fosforu, świadczą najlepiej nazwy geograficzne w rodzaju „Ruda“, „Rudka“ i t. p., których na dzisiejszym obszarze Polski „Słownik Geograficzny“ podaje zgórá 200.

Piryty i markasyty. Drobne ilości pirytu, minerału niemal kosmopolitycznego, napotyka się wszędzie, w skałach wszystkich formacyj geologicznych, zwłaszcza w niektórych ilach i glinach (konkrecje pirytu krystaliczne). Większe natomiast złoża pirytu nie są w Polsce znane. Piryt ziemisty, czarny, występuje cienkimi warstewkami w ilach środkowo-jurajskich w Opatowskim (Wyszmontów i inne). Niektóre amfibolity tatrzańskie (Stara Robota w dol. Jarzębczej) zawierają drobno rozsiany piryt krystaliczny (z widocznym dla oka nieuzbrojonego apatytem). Piryt gniazdowy znajdowano na Miedzianej Górze i Kadzielni w Kieleckiem. Luźne kryształy tego minerału napotyka się w szczelinach węgla kamiennego, np. w Mysłowicach i wielu innych miejscach.

W przeciwieństwie do pirytu druga modyfikacja heteromorficzna dwusiarczku żelaza—markasyt—znajduje się w Polsce w ilościach poważniejszych i ma znaczenie przemysłowo-górnictwa. Markasyt, jak wiemy z poprzedniego, towarzyszy kruszcom cynku i ołowiu i jest na Śląsku wraz z nimi dobywany (porówn. dane statystyczne na str. 261). Większe złożo markasytu odkryto także w Kluczach pod Olkuszem w mocno potrzaskanym wapieniu jurajskim w postaci dwu soczewek o grubości 2.5 m, a długości około 30 m, które są eksploatowane (Cz. Kuźniar). Kryształy markasytu zdarzają się w dolomicie kruszconym Gór Tarnowskich, w pokładach węgla kamiennego Huty Królewskiej, Górnych Łazisk (tu osobniki $\frac{1}{2}$ centymetrowej długości) i t. d.

2. Mineraiy złoź solnych.

Złoża minerałów solnych stanowią jedną z osobliwości Polski. Na terytorjum Rzplitej posiadamy dwa obszerne tereny so-

lonośne: podkarpacki i kujawsko-wielkopolski. Złoża podkarpackie—osadzone w łałach solonośnych formacji miocenińskiej, ciągną się nieprzerwanym, zdaje się, pasem od Wieliczki i Bochni na zachodzie aż do Kałusza, Kossowa i Kut na pd.-wschodzie. Pod względem swojego pochodzenia należą one do kategorii złóż syngenetycznych, jakkolwiek rozmaicie zachowanych. Na zachodzie, Wieliczka i Bochnia posiadają tylko dolne poziomy serji stassfurckiej (ob str. 242), t. j. sól kamienną z anhydrytem i gipsem, i są zupełnie pozbawione soli potasowo-magnezowych. Na wschodzie, w Kałuszu, Stebniku i in. mamy, obok gipsu i soli kamiennej, także górne piętra stassfurckie, aczkolwiek mocno zdefektowane (przeważnie tylko kainit i sylwin).

Naogół—poza anhydrytem ($CaSO_4$), gipsem ($CaSO_4 \cdot 2 H_2O$) i solą kamienną ($NaCl$)—w żupach solnych Podkarpacia stwierdzono dotychczas obecność następujących minerałów:

- sylwin* (KCl), Kałusz;
- karnalit ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6 H_2O$), Kałusz;
- kainit ($KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3 H_2O$), Kałusz;
- pikromeryt ($K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6 H_2O$), Kałusz;
- kałuszyt* ($K_2SO_4 \cdot CaSO_4 \cdot H_2O$), Kałusz, Morszyn;
- polihalit ($K_2SO_4 \cdot 2 CaSO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2 H_2O$), Stebnik, Morszyn;
- kizeryt ($MgSO_4 \cdot H_2O$), Kałusz;
- epsomit ($MgSO_4 \cdot 7 H_2O$), Kałusz;
- mirabilit ($Na_2SO_4 \cdot 10 H_2O$), Truskawiec, Morszyn.

Oprócz słynnych na cały świat żup solnych w Wieliczce i Bochni, posiadamy jeszcze 9 salin wschodnich, a mianowicie w Bolechowie, Delatynie, Dolinie, Drohobyczu, Kałuszu, Kossowie, Lacku, Łanczynie i Stebniku, które wszystkie są własnością skarbu polskiego. Produkcja roczna tych żup i salin wynosi przeszło 230.000 t. soli, z czego na samą tylko Wieliczkę przypada 77% (r. 1921). Zasoby naszych pokładów solnych w Małopolsce są wprost niewyczerpane; grubość ich jest miejscami nadzwyczajna. Dość powiedzieć, że w Stebniku np. stwierdzona wierceniem miąższość pokładu solnego przekracza 600 m!

Do utworów miocenińskich syngenetycznych należą także niedawno odkryte zapomocą otworu wiertniczego złoża solne na

Śląsku w Rybnickiem (Woszczyce), gdzie stwierdzono grubość pokładu ponad 50 *m*.

Zgoła odmienny charakter geologiczny posiadają złoża soli kujawsko-wielkopolskie. Leżą one na pewnym wypiętrzeniu podziemnym, czyli na t. zw. garbie kujawskim, ujętym w dyzlokację, biegnące w kierunku pn.-zachodnim. Na linii tych dyzlokacyj tryskają źródła słone (Ciechocinek) i leżą pokłady solne w Górze, Inowrocławiu, Wapnie. Złoża kujawsko-wielkopolskie występują na miejscu wtórnem. Tworzą one bardzo szczególne słupy solne, stojące prostopadle wśród formacyj im obcych, jurajsko-trzeciorzędowych, i są przykryte grubą warstwą osadów dyluwjalnych, niekiedy w postaci odrębnych pagórków. Poprzeczne przekroje tych słupów, zwanych także egzematami, wynoszą 700.000 *m*² (Góra), 1.400 000 *m*² (Inowrocław), 250.000 *m*² (Wapno). Słupy solne korzeniami swojemi sięgają wgląd aż do macierzystej formacji permskiej (cechsztyn solonośny). Słynne już dziś wiercenie w Szubinie stwierdziło ją na głębokości 1635 do 2063 *m*, przebiwszy tu pokład soli o grubości 425 *m*! Słupy solne zostały zatem wyprasowane z tego podłoża cechsztyńskiego i wciśnięte w spękania dyzlokacyjne dzięki plastyczności soli oraz twardości i większemu ciężarowi właściwemu skał, na niej leżących. Nic też dziwnego, że masa solna egzematów posiada naogół budowę brekcjowatą i jest prawie całkowicie pozbawiona łatwiej rozpuszczalnych związków magnezowo-potasowych. Słupy mają natomiast przykrywą, niby czapę, złożoną z anhydrytu i gipsu, składając się pozatem przeważnie z czystej soli kamiennej. Dopiero na głębokości 817 *m* stwierdzono w Inowrocławiu większe wtrącenia karnalitu. W Szubinie natomiast dowiercono się poniżej 2000 *m* regularnego pokładu soli potasowych (karnalitu). Można tedy przypuszczać, że cała niemal Wielkopolska i Kujawy, co najmniej po linję Wisły, leży na formacji solonośnej cechsztynu, niby na elastycznym posłaniu, w niedostępnej dziś technicznie dwukilometrowej głębi.

Ogólne, dające się eksploatować, zasoby soli w Rzeczypospolitej są olbrzymie. Oblicza się je na 3¹/₂ miljarda tonn (St. Majewski), co wobec rocznej produkcji około 300.000 t. starczy na szereg tysiącleci.

Najważniejszym minerałem wszystkich złóż solnych Polski jest sól kamienna. Tworzy ona zazwyczaj skałę ziarnistą rozmaicie zabarwioną i zanieczyszczoną. W szczelinach i próżniach powstają jednak wtórne krystalizacje w postaci przezroczystych, pięknie rozwiniętych i wielkich kryształów {100} chlorku sodowego, które wypełniają niekiedy całe groty i nisze. Są to najwspanialsze utwory przyrody nieożywionej Polski. Wielkość pojedynczych kryształów, zwykle nieco spłaszczonych nakształt tablic prostokątnych, mierzy nieraz powyżej 20 cm w krawędzi. Wiązą się one ze sobą w sposób rozmaity w postaci malowniczych grup o kilkumetrowej powierzchni, napotykanych dość często zwłaszcza w żupach Wielickich. W kryształach soli podkarpackiej zdarzają się niekiedy interesujące inkluzje baniek ciemnej ropy naftowej, a także inkluzje węglowodorów gazowych, powodujących podczas rozpuszczania soli swoiste detonacje („sól trzaskająca“ Wieliczki). Dowodzi to ściślej paragenezy soli podkarpackiej z naftą. Włóknista sól wielicka bywa niekiedy pięknie zabarwiona na niebiesko.

Kałusz posiada inne osobliwości mineralogiczne. Zdarzają się tu kryształy soli kamiennej zabarwionej na niebiesko i w rzadkiej kombinacji dwu postaci: {100} i {210}. Bezbarwne kryształy sylwinu (osadzone w soli niebieskiej) odznaczają się obfitością form krystalicznych, których liczba przekracza 20 (w tem kilka giroedrów lewych i prawych, St. Kreutz). Charakterystycznym minerałem złoża kałuskiego jest także kałuszyt (syngenit), występujący tu w dobrze rozwiniętych kryształach jednoskośnych.

3. Siarka i siarczany.

Złożom solnym miocenijskim towarzyszą stale lub często minerały w wodzie nierozpuszczalne lub małowrozpuszczalne, jak siarka i siarczany baru, strontu, wapnia. Rozpatrzmy tu je osobno ze względu na interes morfologiczny, jaki one budzą, występując często w pięknych kryształach, tak w Polsce naogół rzadkich — poza solą kamienną.

Siarka. Złoża siarki w łażach i marglach miocenijskich mają charakter pokładowo-gniazdowy. Siarka, towarzysząca pokładowo gipsu, ma wygląd najczęściej ziemisty i bywa drobno roz-

siana w ile, tworząc t. zw. „ziemię siarkową“ (z zawartością do 10—15% S). Niekiedy skupia się także w buły i gniazda. Tego rodzaju złoża mamy w Swoszowicach pod Krakowem, w Posądy (na pn.-wschód od Krakowa), w Czarkowach nad Nidą, w Dźwiniaczu i Truskawcu. Siarka krystaliczna występuje zwykle, jako utwór wtórny, w próżniach i szczelinach, powstających przez wyługowanie siarki ziemistej (pierwotnej). Piękne i duże kryształy typu Girgenti zdarzają się w Posądy, Swoszowicach i Truskawcu (Pomiarki).

Margle „siarkonośne“ zostały odkryte niedawno także w Woli Wiśniowej, Czajkowie i Łoniowie (w Sandomierskiem). Na Śląsku — w Kokoszczykach i Pszowie (pow. rybnicki) — siarka zdarza się w ilach miocenijskich wraz z gipsem, kalcytem i barytem.

Anhydryt i gips. Są to stali towarzysze złóż solnych. Jak wiemy z teorii (Wstęp do petrografji, str. 242), występują one, normalnie rzeczy biorąc, w spągu pokładów solnych, warstwuując się naprzemianlegle z solą kamienną. Tam, gdzie gips lub anhydryt tworzy skorupę nad solą kamienną (np. w Inowrocławiu), musiały zaistnieć przeobrażenia mechaniczne i chemiczne złoża normalnego. Gips ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) względem anhydrytu ($CaSO_4$) odgrywa często rolę minerału wtórnego, powstającego przez uwodnienie.

Po za złożami podkarpackimi i kujawsko-wielkopolskimi, trzeciorzędowe pokłady gipsu występują także na południowych stokach gór Świętokrzyskich, mianowicie w pow. stopnickim, między Wiślicą, Buskiem a Pińczowem, zajmując obszar około 15 km². Pospolite tu są skały gipsu grubokrystalicznego, prętowatego lub tablicowatego o pojedynczych osobnikach, mających do 3 m długości. Drugi znaczny obszar rozpowszechnienia gipsu — to Podole polskie w okolicach Horodenki, Buczacza i t. d. Na terenach gipsowych daje się obserwować ciekawe zjawiska krasowe, jak rzeki podziemne (Skorocice), lejki, zapadliska (Podole) i t. p.

Kryształy gipsu, wtórnego zwykle pochodzenia, znane są w Polsce z wielu miejscowości. Bywają bardzo pięknie wykształcone, przezroczyste i tworzą zwykle bliźniaki. Kryształy złóż Podkarpacia zbadał szczegółowo St. Kreutz. Do najciekawszych należą kryształy Podgórze, Swoszowic, Wieliczki, Bochni,

Kałuża. Kryształy bocheńskie (bliźniaki) stanowią kombinację kilkunastu form poszczególnych o rozmaitych pokrojach. Ciekawa, że kryształy bliźniacze bywają zawsze większe od pojedynczych. Pokrój kryształów zmienia się zależnie od charakteru złoża. Kryształy powstałe w szczelinach i próżniach są odmienne od zawieszonych w iłach, a te znów inne od tych, które są wynikiem reakcji między utlenionym pirytem a kalcytem, i t. d.

Luźne kryształy gipsu zdarzają się także na niżu Polskim, w glinach trzeciorzędowych, np. w Dobrzyniu nad Wisłą, oraz w takich samych glinach na Śląsku, np. w Kokoszycach (pow. rybnicki), i t. d.

Baryt, celestyn i inne siarczany. Baryt ($BaSO_4$) należy do dość rozpowszechnionych i pospolitych minerałów polskich. Złoża jego są liczne, acz drobne i rozrzucone po rozmaitych formacjach geologicznych. Baryt, jako minerał żyłowy, towarzyszy stale kruszcem miedzi i ołowiu w górach Świętokrzyskich, gdzie jest znany z kilkadziesiątu punktów: Miedzianka, Gałęzice, Jaworznia, Kadzielnia i t. d. Największe złoża barytu w Polsce odkryto niedawno w Strawczynku pod Promnikiem w postaci gniazd (mających niekiedy po kilkanaście m^3 objętości) w wapieniu muszlowym na jego granicy z wapieniem środkowodewońskim. I tu towarzyszy mu galena, cerusyt i kalcyt (J. Czarnocki). Baryt żyłowy występuje także w gnejsach i łupkach krystalicznych Tat, np. w dolinie Kościeliskiej, wraz z syderitem, kwarcem, kalcytem i innymi minerałami.

Najciekawsze jednak — pod względem przyrodniczym — złoża barytu kryją się w miocenie solonośnym Podkarpacia. Mamy tu na myśli przede wszystkim Swoszowice, gdzie baryt występuje w górnych poziomach warstw siarkodajnych i przy wydobywaniu siarki znajdowany bywał w szczelinach margli. Przepiękne jego kryształy stanowiły przedmiot licznych badań mineralogów polskich i obcych. Ostatnio opisał je St. Kreutz, wymieniając kilkanaście poszczególnych postaci. Na Śląsku baryt zdarza się w wapieniu trzeciorzędowym Pszowa (pod Rybnikiem), w wapieniu muszlowym (Góry Tarnowskie), a także w szczelinach piaskowca węglowego, np. w Bitkowie pod Katowicami, w Hucie Królewskiej i t. d.

O wiele rzadziej od barytu napotykaną bywa w pokładach siarkodajnych *celestyn* ($SrSO_4$). Okazałe jego kryształy występują pospolicie z siarką w Posadzy i Truskawcu. Najpiękniejsze i najbogatsze w ściany (30 form rozmaitych!) kryształy celestynu znaleziono jednak we wtrąceniach wapiennych glin trzeciorzędowych Śląska, w Pszowie pod Rybnikiem, gdzie towarzyszy mu także stroncjanit ($SrCO_3$). J. B. Pusz-Koreński znajdował celestyn także w marglach kredowych w Kazimierzu nad Wisłą i Starościcach pod Łęczną.

Nawiasowo wspomniemy tu jeszcze o siarczanach, napotykanych tu i ówdzie, a będących wynikiem utleniania się pirytu i wydzielającego się przytem kwasu siarkowego na otoczenie, najczęściej ilaste. Do takich minerałów wtórnych należą: *melanteryt* ($FeSO_4 \cdot 7 H_2O$), napotykaną w Dobrzyniu nad Wisłą, w Niedzieliskach (kopalnia węgla w Krakowskim, J. B. Pusz), w Korczynie koło Skolego; *halotrychit* ($FeSO_4 \cdot Al_2S_3O_{12} \cdot 24 H_2O$) dostrzeżony także w Dobrzyniu; wreszcie *keramohalit* ($Al_2S_3O_{12} \cdot 18 H_2O$), tworzący wykwyty na łupkach „ałuowych“ gór Pieprzowych pod Sandomierzem (J. Samsonowicz), a znajdujący także w łupkach menilitowych Karpat (Korczyn pod Skolem).

4. Węglany i fosforany.

Węglan wapniowy ($CaCO_3$) w postaci *kalcytu*, jako minerał skałotwórczy, należy do ciał najpospolitszych, nie tylko w Polsce, ale i na całym świecie. Rywalizuje on pod tym względem tylko z kwarcem. Stosunkowo rzadsze są natomiast osobniki kalcytu, dające się zdefiniować dokładnie pod względem morfologicznym, t. j. ukazujące się w kryształach. Ale, wobec olbrzymiego rozpowszechnienia w Polsce skał wapiennych, dane są warunki po temu, by w ich szczelinach i próżniach mogły powstawać osobniki o postaciach swobodnie rozwiniętych. Istotnie, kryształy kalcytu należą do najbardziej u nas popularnych i najczęściej napotykanych we wszystkich formacjach geologicznych. By zilustrować tę pospolicieść kalcytu, przytoczę tu za St. Kreutzem spis tych poziomów geologicznych i tych miejscowości, z których zostały przezeń opisane kryształy węglanu wapniowego:

wapień środkowo- i górno-dewoński: Miedziana Góra, Kadzielnia, Chęciny, Miedzianka...

wapień i piaskowce karbońskie: Czerna, Dąbrowa, Siersza, Niedzieliska...

wapień i dolomity triasowe: Miękinia, Kąty, Bolesław, Góry Tarnowskie...

wapień jurajskie: Witkowice, Paczołtowice, Krzemionki, Czorsztyn, Nieżwiska...

wapień i margle kredowe: Giebałów, Markłowice...

flisz karpacki: Grybów, Ławoczne, Nowy Sącz, Łupków...

eocen tatrzański: Mała Łąka, Olczyńska...

miocen podkarpacki: Swoszowice, Truskawiec, Dzwiniacz...

Rzecz naturalna, lista tych miejscowości dałaby się łatwo powiększyć, ale nie dałaby się tak łatwo wyczerpać.

Na postaciach kalcytu odbija się w sposób bardzo wyraźny wpływ środowiska, w którym one powstały. Kalcyty, występujące w „czystych“ (nie zawierających kruszców) wapieniach i piaskowcach, posiadają kształty najprostsze: romboedr jednostkowy $\{10\bar{1}1\}$, romboedry odwrócone $\{01\bar{1}2\}$ i $\{02\bar{2}1\}$ i jeden tylko skalenoeedr $\{2\bar{1}31\}$. Natomiast kalcyty, towarzyszące złożom kruszczowym, odznaczają się bardziej złożonymi kombinacjami kryształów i bardziej skomplikowanymi wskaźnikami postaci skalenoeedrycznych. Oto np. kombinacja postaci, występujących na kryształach kalcytu w Miedziance: $\{4.8.\bar{1}2.5\}$, $\{0553\}$, $\{0\bar{1}12\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{02\bar{2}1\}$. Wreszcie kryształy kalcytów, powstałych w złożach, które obfitują w roztwory żelaziste, mają najczęściej postać romboedru odwróconego $\{02\bar{2}1\}$, która zdaje się być dla nich charakterystyczną (Czerna, Miedziana Góra).

Formy naciekowe kalcytu (nacieki, sople, grona kryształów i t. p.) zdarzają się w jaskiniach wapiennych Ojcowa, Tatr, Kieleckiego (Kadzielnia) i t. d., o ile nie zostały już zniszczone przez bezmyślnych tępicielei fenomenów polskiej przyrody...

Osobna wzmianka należy się tu jeszcze *lublinitowi*, swojemu minerałowi opoki kredowej, budującej wyżynę Lubelską. Występuje on w szczelinach i próżniach tego wapniaka marglistego, wyściełając je subtelną, śnieżystą białą pilśnią, złożoną z cieniutkich igielkowatych kryształków (romboedrów) kal-

cytu, wydłużonych w kierunku jednej krawędzi. Do najobfitszych miejsc jego występowania należą: Bochońnica pod Kazimierzem, Puławska Góra, Wysokie pod Turbinem i t. d.

O ile kalcyt jest, jak widzimy, ciałem wielce rozpowszechnionem nawet w kryształach, o tyle druga odmiana heteromorficzna węglanu wapniowego — *aragonit* ($\text{CaCO}_3^{\text{II}}$) — należy u nas do minerałów stosunkowo rzadkich. Znamy go dotychczas z Truskawca (Pomiarki), gdzie towarzyszy siarce, tworząc niekiedy przezroczyste, piękne, pseudoheksagonalne kryształki pryzmatyczne; znamy go także z Borysławia, gdzie występuje w paragenezie z gipsem i ozokieritem; wreszcie — z Gór Tarnowskich, gdzie jego skupienia włókniste znajdowane bywają w dolomicie kruszczo-nośnym. O *tarnowicycie*, który jest aragonitem, zawierającym domieszkę izomorficzną około 9% PbCO_3 , wspominaliśmy już wyżej, mówiąc o złożacli kruszczowych Śląska. Tworzy on niekiedy pięknie rozwinięte kryształy w postaci bliźniaków pryzmatycznych przeroślých.

Dolomit ($\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$), dość u nas rozpowszechniony jako skała, w postaci osobników samodzielnych zdarza się bardzo rzadko. Dostrzeżono go jednak w próżniach dolomitu zbitego Gór Tarnowskich, w postaci drobnych przezroczystych romboedrów niezbliźniaczonych. Pokrewny mu *ankieryt* (z domieszką $\text{FeCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$) znany jest w Tatrach (Mała Wysoka). Wreszcie *stroncjani*t (SrCO_3) występuje wraz z celestynem w Pszowie (p. rybnicki), a według Pusza, także w Starachowicach (pod Wąchocikiem) na „żelaziaku ilastym“. Rzadki u nas bardzo *witeryt* (BaCO_3) znaleziono dotychczas tylko w Tarnowskich Górach.

Fosforany, poza apatytem, rozpowszechnionym w mikroskopowych kryształkach we wszystkich skałach krystalicznych i osadowych, występują u nas jeszcze jako nieprawidłowe konkrecje w osadach piaszczysto-margłowych i piaszczysto-ilastych formacji kredowej. Utwory tego rodzaju, składające się przeważnie z trójwapniowego fosforanu wapnia ($\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$) a zwane popolicie „fosforytami“, rozpowszechnione są zwłaszcza w cenomanie polskiego Podola, w dorzeczu Dniestru i jego dopływów północnych, w okolicy Horodenki, Buczacza, Nieżwisk. Genezę tych konkrecyj tłumaczy się zwykle, jako skamieniałe gąbki, jakkol-

wiek ich mikrostruktura niezawsze się z tem zgadza. Zdaniem piszącego te słowa, są to raczej kopalne „analogony“ konkrecyj fosforanowych, które dziś powstają na dnie mórz i oceanów (porówn. Wstęp do petrografji, str. 183). Takie niewątpliwie pochodzenie posiadają zwłaszcza konkrecje fosforanowe okolic Grodna: minerał je stanowiący — *grodnolit* — jest bezpostaciowym (koloidalnym) fosforanem wapniowym, skombinowanym z węglanem i wodzianem wapnia i zawierającym nadto domieszkę adsorbcyjną kaolinu. Niektóre „fosforyty“ podolskie są, zdaje się, tego samego pochodzenia. Pod względem gospodarczym fosforyty podolskie, występujące na znacznych obszarach, mają niepoślednie znaczenie, jako surowiec, nadający się do fabrykacji nawozów sztucznych (superfosfatów).

Co się tyczy innych fosforanów, to wspomniemy tu jeszcze o *wiwjanicie* ($Fe_3P_2O_8 \cdot 8 H_2O$), który w postaci ziemistej spotyka się w wielu glinach trzeciorzędowych i bywa przyczyną ich niebieskiego zabarwienia. Jako osobliwość ciekawą genetycznie, notujemy fakt, że wiwjanit w drobnych przezroczystych kryształkach ciemnoniebieskich został znaleziony w kopalni galeny Szarłej (Góry Tarnowskie), jako inkrustacja kości górnik, zatopionego tu przed niepamiętnymi czasami. Kwasu fosforowego do tej oryginalnej syntezy wiwjanitu dostarczyły kości ludzkie, żelaza — krążące w kopalni roztwory (Traube).

Kwarcyty paleozoiczne gór Świętokrzyskich (np. w Mąchoćcach) zawierają w swych szczelinach piękne niebieskawe skupienia kulisto-promieniste krystalicznego *wawelitu* o przypuszczalnym składzie $(AlOH)_3(PO_4)_2 \cdot 5 H_2O$.

5. Kwarc i krzemiany.

Najpospolitszy minerał skorupy ziemskiej — *kwarc* (SiO_2), z którego w Polsce wybudowane są całe pasma górskie, jak „Łysogóry“ Kieleckie lub Karpaty „fliszowe“, we właściwych sobie postaciach swobodnie wykształconych bynajmniej nie jest tak rozpowszechniony. Spotykamy go wprawdzie dość często w formie zbitych żył (kwarcu „mlecznego“) zarówno w naszych skałach ogniowych, jak i osadowych, ale próżnobyśmy tu szukali „kryształów górskich“ przezroczystych i lepiej rozwiniętych. Naj-

łatwiej stosunkowo znaleźć je można w kwarcytach świętokrzyskich, których szczeliny wypełnione bywają niekiedy całemi „szczotkami“ drobnych pryzmatycznych kryształków dwutlenku krzemu. Większe kryształy kwarcu i ametystu „białego i fioletowo-niebieskiego“ wraz z chalcedonem zdarzają się w melafirach i „migdałowcach“ okolic Krzeszowic, Tęczynka, Poręby i innych (J. B. Pusz).

Ciekawa jest paragenеза kwarcu z siarką i gipsem w niektórych złożach solnych naszego Podkarpacia. W Swoszowicach np. drobne kryształki kwarcu tworzą naskorupienia na siarce; zdarzają się też w konkrecjach wapiennych marglu gipsonośnego. Kryształom, będącym kombinacją słupa i obu romboedrów, towarzyszy zwykle chalcedon. Gips, występujący w dolinie Siwki pod Kałuszem, zawiera dużo wrostłych weń kryształów białego kwarcu ($\frac{1}{2}$ -centymetrowej długości).

Drobne, lecz pięknie wykształcone, przezroczyste i żywo połyskujące kryształki kwarcu, znane pod kokieteryjną nazwą „diamentów marmaroskich“, licznie występują w piaskowcach, zlepieńcach, łupkach i glinach naszych Karpat południowych, zwłaszcza w dorzeczu Stryja. Krystalograficznie są one zwykłą kombinacją słupa pionowego i romboedrów, do których tylko bardzo rzadko przyłącza się piramida trygonalna $\{11\bar{2}1\}$. Najczęściej spotyka się je w żyłach kalcytowych. Ze skał i zboczy górskich dostają się one do napływów rzecznych, tak, iż można tu je zbierać w ilościach nieograniczonych (J. Tokarski). Podobne kryształki kwarcu znajdują się również u źródeł Czarnego Czeremosza, w okolicach Sambora i Mszany Dolnej (St. Kreutz).

Chalcedon o budowie promienisto-włóknistej pospolity jest w formie bulastych konkrecyj w skałach marglowych i wapiennych formacji jurajskiej i kredowej.

Opal, będący krzemionką bezpostaciową i uwodnioną, tworzy skupienia bulaste w łupkach menilitowych fliszu.

Do rzadkości w Polsce należy pseudoheksagonalny trydymit (SiO_2), zdarzający się w porach popielatej odmiany andezytu czorsztyńskiego (góra Wzar).

Minerałów krzemianowych w bezpośredniem słowa znaczeniu, t. j. swobodnie wykształconych i nie będących częściami

składowemi mas skalnych, posiadamy stosunkowo niewiele. Wymienimy więc tutaj tylko te *krzemiany*, które napotkano w żyłach mineralnych i których indywidualność daje się stwierdzić gołym okiem. O krzemianach skałotwórczych wzmiankować będziemy o tyle, o ile zostały one ze skał wyodrębnione i bliżej zbadane.

Do terenów krzemianowych najlepiej u nas poznanych należą Tatry. W ich granitach, gnejsach, łupkach krystalicznych i pegmatytach zostały dotychczas odróżnione następujące krzemiany (skałotwórcze i żyłowe):

- a) skalenie (ortoklaz, albit, oligoklaz, andezyn);
- b) miki (muskowit i biotyt);
- c) amfibole (amfibol zwyczajny, czyli hornblenda, i gedryt);
- d) turmaliny (w pegmatytach);
- e) granaty (w pegmatytach i łupkach krystalicznych);
- f) sylimanit (w łupkach biotytowych);
- g) dzeolity i minerały żyłowe pochodzenia hydrotermalnego: chabazyt, desmin, prenit, epidot, chloryt.

Na kresach wschodnich, w okolicy Korca i Ludwipola, występują gruboziarniste pegmatyty z wielkimi osobnikami kwarcu, ortoklazu, mikroklinu, muskowitu, turmalinu i granatu. Są to, bez wątpienia, najokazalsze krystalizacje krzemianowe na ziemiach Rzplitej. Krysztály pryzmatyczne czarnego turmalinu (skorylu) mają tu niekiedy do 40 *cm* długości.

Na tym samym terenie występują obfite złoża *kaolinu* z blaszkami krystalicznymi nakrytu. Są one produktami rozkładowemi granitu i pegmatytu.

W skałach wylewnych Polski zbadano jeszcze krzemiany następujące: pirokseny (augit i hypersten), amfibole andezytów, biotyty porfirów. Pusz wymienia także „dzeolit czerwony“ (heulandyt?), między minerałami wypełniającemi próżnie w „migdałowcach“ (melafirach) Poręby w Krakowskiem.

Wreszcie, osobną wzmiankę poświęcimy dwu krzemianom rzadkim lub dotychczas nieznanym, które zostały odkryte w naszych skałach wylewnych. Jednym z nich jest *pilotit*, tworzący żyły w porfirze miękińskim i będący wodnym glinokrzemianem o składzie $H_2Al_2Si_6O_{16} \cdot 2Mg(OH)_2 \cdot 4H_2O$. Drugi —

bardolit — występuje w diabazach żyłowych gór Świętokrzyskich. Zewnętrznie podobny do chlorytu, genetycznie jednak bardolit jest minerałem pierwotnym o składzie chemicznym zbliżonym do uwodnionego biotyту: $(H, K)_3(Fe, Al)_3Si_3O_{12} \cdot 3 H_2MgSiO_4 \cdot 6\frac{1}{2} H_2O$.

Przegląd krzemianów polskich zamkniemy wzmianką o *glaukonicie*, który, wedle P u s z a, tworzy samoistną warstwę w wapieniu pizolitycznym (grochowcu) w Goraju (wojew. lubelskie).

6. Minerale palne.

Polska obfituje w „minerale” palne i surowce energetyczne, posiada bowiem rozległe tereny węgla kamiennego, lignitu, torfu; posiada nadto złoża ropy naftowej, wosku ziemnego, gazów ziemnych. Ściśle rzeczy biorąc, ciała te, jako mieszaniny, należą raczej do petrografji, niż do mineralogji właściwej. Atoli, idąc za zwyczajem, powszechnie przyjętym, rozpatrzmy je w dziale „minerałów polskich”, kończąc na tem treściwy ich przegląd.

Węgiel kamienny, którego struktura mikroskopowa dowodzi jego pochodzenia niewątpliwie roślinnego lub drzewnego, rozpościera się u nas na znacznym obszarze. W granicach dzisiejszych Rzplitej tereny węglonośne zajmują przeszło 4000 km^2 . Pokłady węgla spoczywają zgodnie (syngenetycznie) wśród warstw piaszczysto-ilastych formacji górnokarbońskiej (produktywnej). Obszar, o którym mowa, zaczyna się na zachód od Krakowa i ciągnie się ku zachodnim granicom państwa, obejmując zachodnią część województwa krakowskiego i niemal całe województwo śląskie. Składają się nań cztery odróżniane do niedawna „zagłębia” węglowe: Dąbrowskie (200 km^2), Krakowskie (690 km^2), skrawek zagłębia Cieszyńskiego (200 km^2) i większa część zagłębia Śląskiego (około 3000 km^2), które dziś obejmujemy jedną ogólną nazwą Polskiego Zagłębia Węglowego. Jak już wiemy, przykrywają je od pn.-wschodu niezgodnie leżące utwory triasowe i permskie. Warstwy węglonośne, których ogólna miąższość sięga 2000 m , zostały wygięte w postaci płaskiej synkliny, potrzaskanej licznymi, niekiedy krzyżującymi się uskokiemi. Pokłady węglowe w sumie ogólnej dają ponad 200 m . Najgrubszym z nich jest słynny „reden”, którego miąższość nabrzmiewa niekiedy do 20 m . Na nim opiera się poniekąd stratygrafia

węglowa, odróżniająca warstwy górne, czyli nadredenowskie (inaczej łękowe), redenowskie (siodłowe) i podredenowskie (brzeżne). Skutkiem nieckowatego wygięcia całego kompleksu warstw, pokłady węgla leżą na rozmaitych głębokościach, wyłaniając się także na powierzchnię ziemi.

Na podstawie danych istniejącego już od 100 lat górnictwa węglowego oraz licznego szeregu wierceń możemy dziś stosunkowo dość dokładnie obliczyć zasoby węgla kamiennego, nagromadzonego w zagłębiu Polskiem. Zakładając, że eksploatacja węgla sięgać będzie tylko do głębokości 1000 *m* i uwzględniać będzie pokłady nie cieńsze od 60 *cm*, dochodzimy do wyniku, że zasoby te wynoszą około 62 miliardów tonn węgla (z czego na część śląską przypada 45 miliardów, na krakowską—14, na dąbrowską zaś—tylko 2). Polska pod względem zasobności węgla zajmuje tedy trzecie miejsce w Europie (zasoby Niemiec 350, Anglii 190 miliardów tonn).

W praktyce odróżnia się trzy gatunki węgla polskiego: 1) węgiel tłusty, czyli koksujący się, który zawiera 20—33% części lotnych (w stosunku do czystej substancji węglowej); 2) węgiel gazowy z zawartością 33—40% części lotnych; wreszcie, 3) węgiel płomienny z zawartością części lotnych powyżej 40%. Pierwszej kategorii węgle występują przeważnie w pow. rybnickim i w okolicach Zabrze; węgiel gazowy skupia się w redenie, gdy węgiel płomienny napotyka się głównie we wschodniej części zagłębia Dąbrowskiego i Krakowskiego. Zawartość pierwiastku węgla waha się między 57 a 80% *C*. Wartość opałowa naszych węgli wzrasta naogół z głębokością pokładu i ku pd.-zachodowi zagłębia. Gdy bowiem węgiel rybnicki zawiera 78% *C* i ma ciepło spalania, wynoszące około 7.000 kaloryj, to węgiel tęczynski zawiera tylko 57.7% *C*, a wartość jego cieplna odpowiada zaledwie 3.500 kaloryjom. Wogóle jednak wartość termiczna naszych węgli mieści się w granicach od 4 800 do 7.600 kal.

Eksploatacja węgla w zagłębiu Polskiem osiągnęła w r. 1922 około 35.000.000 tonn (na Śląsk polski przypada z tego około 26 milionów); wynika stąd, że zasoby węgla, nawet w razie kilkakroć wzmózonej eksploatacji, wystarczą nam na długi szereg pokoleń.

Lignit (węgiel brunatny). Lignit w Polsce jest bardzo rozpowszechniony, zwłaszcza w formacji miocenińskiej. W starszych formacjach występuje rzadziej, jakkolwiek mamy go także w triasie górnym (w kajprze) w okolicach Zawiercia, gdzie zajmuje przestrzeń około 70 km². Znany jest również z tejże formacji w Bliżynie (Radomskie). Lignity miocenińskie, przykryte powłoką dyluwjalną, występują na olbrzymim obszarze niżu Polskiego. Stwierdzono je bowiem w granicach całego niemal województwa poznańskiego i pomorskiego, skąd ciągną się na wschód, przez Kujawy i Mazowsze, sięgając aż po Ostrołękę i Siedlce. Zasoby samej tylko Wielkopolski obliczono na 2.000.000 tonn. Pokłady lignitu leżą na głębokości od kilkunastu do kilkudziesięciu metrów. Grubość ich przekracza nieraz 10 m.

W Małopolsce istnieją także bardzo liczne złoża lignitu miocenińskiego. Do najzasobniejszych należą złoża kotliny Nowo-Sądeckiej, Grudny Dolnej (pod Dębicą), okolic Rawy Ruskiej, Żółkwi, Złoczowa, Podkamienia, Kołomyi. Poważne zasoby lignitu posiada również Krzemieniec na Wołyniu.

Lignity nasze ujawniają niekiedy strukturę drewna widoczną nawet dla oka nieuzbrojonego. Wartość ich cieplna waha się między 4.000 a 6.000 kal. Do najlepszych należą u nas lignity Zawiercia. Lignity miocenińskie mają naogół wartość kaloryczną niższą.

Torf. Niż Polski, zwłaszcza obszary dolinne Polesia i bagienne Pińszczyzny obfitują w rozległe torfowiska. Wedle przybliżonej tylko oceny obszar pokładów torfowych wynosi około 3.000.000 ha, z czego na b. Kongresówkę przypada $\frac{1}{5}$, na kresy wschodnie $\frac{1}{2}$, na Mało- i Wielkopolskę 0.3. Znaczna część tego obszaru nadaje się do eksploatacji w celach przemysłowych. Grubość pokładów torfu wynosi od 1 do 4.5 m. Wartość cieplna torfu, przydatnego na opał, z zawartością wody 25%, waha się od 3.000 do 4.000 kal. Prócz torfów dolinnych, mamy także torfy wyżynne, np. w Nowotarszczyźnie, Tatrach, a nawet na niżu Polskim (Dzике Bagno, powiat wołkowyski).

Ropa naftowa (olej skalny). Tereny naftowe polskie leżą, jak wiadomo, w Karpatach i ciągną się długim pasem od Nowego Sącza i Limanowej na zachodzie przez Grybów, Jasło, Krosno, Sanok, Dobromil, Stary Sambor, Borysław, Bolechów, Dolinę—aż

do Perehińska, Sołotwiny, Delatyna, Słobody Rungurskiej i Kut na wschodzie. Pas ten ma około 400 *km* długości i do 40 *km* szerokości. Geologicznie rzeczy biorąc, nafta występuje w t. zw. utworach fliszowych, na które składają się piaskowce, łupki, margle i ility aż czterech formacji geologicznych: kredy, eocenu, oligocenu i miocenu. Ropa naftowa zbiera się w wypiętrzeniach antyklinalnych i kopulastych na rozmaitych poziomach, impregnując piaskowce, leżące pod przykryciem sklepieniem nieprzepuszczalnych warstw ilastych. Nafcie towarzyszy często woda, która, jako cięższa od ropy, zajmuje dolne poziomy pól naftowych, wywierając na wyżej leżącą ropę pewne ciśnienie hydrostatyczne. Do najobfitszych w ropę należą poziomy eoceńskie. Długość zbadanych dotychczas pasów antyklinalnych, w których możliwa jest obecność ropy, wynosi około 783 *km*, z których eksploatuje się dotychczas zaledwie 60 *km*, t. j. 7% (J. Nowak). Najwyższa eksploatacja ropy zapomocą szybów rozwijała się dotychczas w strefie zewnętrznej pasa naftowego: Strzelbica, Borysław, Tustanowice, Mrażnica, Perehińsko, Bitków, Słoboda Rungurska, Kosmacz. W strefie wewnętrznej pasa naftowego skupia się ona koło Jasła, Krosna, Bóbrki, Iwonicza, Rymanowa. Geologowie karpaccy odróżniają cztery poziomy ropodajne: 1) t. zw. warstwy dobrotowskie, 2) łupki menilitowe, 3) piaskowce borysławskie (podmenilitowe) i 4) poziom eoceński, leżący o 200 *m* niżej pod piaskowcem borysławskim. Ten ostatni poziom dał szereg t. zw. szybów „wybuchowych“, sięgających do głębokości 1.200 — 1.300 *m* (Tustanowice).

Ropa naftowa jest mieszaniną rozmaitych węglowodorów, tak ciekłych, jak i rozpuszczonych w nich węglowodorów stałych i gazowych. Należą one do kilku szeregów: metanowego (C_nH_{2n+2}), etylenowego (C_nH_{2n}), rzadziej benzołowego (C_nH_{2n-6}) i innych. Węglowodory gazowe mają w swych drobinach węgla od 1 do 4 atomów ($C_1—C_4$), węglowodory ciekłe — od C_5 do C_{16} , stałe zaś od C_{18} do C_{35} i więcej. Węglowodory stałe znajdują się w ropie albo w stanie roztworu, albo też w postaci emulsji i roztworów koloidalnych. Niektóre ropy zawierają także domieszkę ciał bitumiczno-asfaltowych, nadających jej wygląd ciemny lub zgoła czarny, niekiedy brejowaty. W zależności od tak skomplikowa-

nego składu ciężar właściwy ropy waha się w granicach dość szerokich od 0.779 do 0.902.

Ropy polskie zawierają z ciał stałych przede wszystkim parafinę i smoły (asfalt) w rozmaitych ilościach. Najobficiej zaopatrzone w parafinę są ropy borysławskie, które zawierają jej 9—10.3%. Odpowiednio do tego ciężar ich właściwy jest dość wysoki 0.850 do 0.860. Schodnica posiada ropę lżejszą (o ρ w. 0.830 do 0.857) z małą zawartością parafiny 1.4%, a natomiast— ze znacznie większym odsetkiem węglowodorów lżejszych (benzynowych), który wzrasta do 25%. Jeszcze lżejsze są ropy Bitkowa (ρ w. 0.772 — 0.800), zupełnie parafiny pozbawione, lecz za to obfitujące niezwykle w benzynę, której zawierają aż 40 — 45%. Bogate są one również w węglowodory gazowe.

Wartość cieplna naszych olejów skalnych wynosi od 10.000 do 10.231 kal.

Co do genezy naszych złóż naftowych, to przyjmujemy dziś powszechnie, że są one wynikiem fermentacji gnilnej tych substancyj organicznych (przeważnie roślinnych), które gromadzą się w osadach przybrzeżnych mórz i oceanów, obficie zasilanych działalnością transportową i sedymentacyjną wielkich zlewisk rzecznych. Dobrą ilustrację współczesną tego procesu dają dzisiejsze osady w delcie Mississipi, z pod których wydobywają się w znacznych ilościach węglowodory lotne (gaz błotny i inne), o czym już wzmiankowaliśmy we Wstępie do petrografji (str. 176 - 177). „Kopalne“ złoża nafty, podlegającej na skutek procesów tektonicznych „migracji“, leżą częstokroć na poziomach wtórnych.

Tektonika karpackich pól naftowych bywa miejscami bardzo skomplikowana i wyraża się nie tylko w licznych fałdach i fleksurach, ale także — w nasunięciach, uskokach, zapadlinach i t. p. dyzlokacjach, które nastroczają niekiedy duże trudności w sprawie przestrzennego pojmowania poziomów ropodajnych. Stąd wynika także znaczna rozbieżność zdań co do zasobów ropy nagromadzonych w naszych złożach. Bo gdy jedni badacze (jak J. Nowak) oceniają je na 37.000.000 tonn, to inni (J. Grzybowski) podnoszą je aż do 160.000.000 t. ropy surowej.

Na terenach naftowych Polski było w r. 1922 czynnych szybów 1827, które wyprodukowały 721.000 t. ropy. Pod wzglę-

dem produkcji ropy Polska zajmuje siódme miejsce w świecie (po St. Zjednoczonych, Meksyku, Rosji, Rumunji...), gdyż produkcja ta wynosi zaledwie 0.8% — 1% produkcji światowej.

Gazy ziemne towarzyszą złożom ropy i wydobywają się z szybów przy ich odwiercaniu i eksploatacji, niekiedy z objawami detonacji i eksplozji. Są to, oczywiście, lotne węglowodory rozpuszczające się w ropy pod ciśnieniem. Największą ich ilość produkuje t. zw. zagłębie Borysławskie, dalej Jasło, Krosno (Męcinka) i Bitków. Ogólna produkcja roczna gazów ziemnych wynosi u nas około 400.000.000 m³. Ujęte w „gazociąg“ służą do celów oświetlania miast pobliskich oraz do celów fabryczno-metalurgicznych.

Wosk ziemny (ozokieryt), jest również towarzyszem naszych złóż ropy. Napotyka się w żyłach, będących wypełnieniem szczelin i spękań uskokowych w piaskowcach i łupkach piaszczystych fliszu w Borysławiu, Dźwiniaczu, Staruni, Truskawcu. Najobficiej nagromadza się na skrzyżowaniu się szczelin w powstających stąd próżniach. Jest to masa ciemnobrunatna, dość lepka i plastyczna, zwłaszcza, jeśli zwilża ją ropa ciekła. Dzięki swej plastyczności bywa wygniatały w chodniki, prowadzone przy odbudowie górniczej. Występuje zwykle w paragenezie z gipsem i solą kamienną. Piaskowce oboczne impregnowane bywają ropą ciekłą.

Pod względem chemicznym wosk ziemny jest parafiną, składającą się jednak co najmniej z dwu węglowodorów stałych o punkcie topliwości od 70 do 83° C. Budowę posiada pręcikowo-kryształiczną, oddzielne pręciki układają się przytem prostopadle do płaszczyzny żyłowej.

Produkcja wosku ziemnego koncentruje się w okolicach Borysławia; jest ona skromna, bo nie przekracza 250 t. rocznie.

Geneza wosku ziemnego jest łatwo zrozumiała. Nie jest to nic innego, jak pozostałość stała migracyjnej ropy naftowej, która z biegiem czasu „wyschła“, czyli pozbyła się składników lotnych i ciekłych.

Ozokieryt jest minerałem stosunkowo rzadkim i stanowi do pewnego stopnia swoistą właściwość terenów ropy Małopolski. Jeszcze rzadszym węglowodorem stałym jest *haczetyn* znaleziony w marglu kredowym w Bonarce pod Krakowem. Two-

rzy on tu drobne gniazda i żyły. Jest minerałem chemicznie jednorodnym, budowę ma blaszkowatą, kolor białawy o ładnym połysku perłowym. Niekiedy w próżniach gniazd zdarzają się blaszki jednorodne haczetynu, które optycznie zachowują się jak osobniki rombów. Skład chemiczny haczetynu bonarskiego odpowiada wzorowi $C_{38}H_{78}$, ć. wł. jest 0,96, punkt topl. ostry: $79^{\circ}C$. Towarzyszy mu kalcyt, piryt i nakryt, co przemawia za hydrotermalnym pochodzeniem całego zespołu.

Asfalt, czyli smoła ziemna, stanowi również mieszaninę węglowodorów i związków żywicznych, rozpuszczającą się w oleju skalnym. Występuje w niewielkich ilościach w Krośnieńskim. Pusz zna go również z okolic Łagowa w Kieleckim, gdzie smoła ziemna wypełnia próżnie w kalcycie żyłowym, występującym w wapieniu bitumicznym.

W wielu miejscach Karpat polskich, wśród łupków menilitowych, jak wiemy „roponośnych“, występują t. zw. *łupki bitumiczne*, impregnowane węglowodorami naftowymi. Łupki tego rodzaju rozpowszechnione są zwłaszcza w pow. starosamborskim, stryjskim, w okolicach Bitkova i t. d. na łącznym obszarze około 1000 km. Niektóre z nich mają zawierać do 9% części lotnych. Trzeba jednak podkreślić, że łupki bitumiczne, tak co do swojego rozpowszechnienia, jak i własności chemicznych, są dotychczas bardzo niedostatecznie poznane.

Bursztyn ($C_{10}H_{16}O$), obok ozokierytu, stanowi jedną z ciekawszych osobliwości kopalnictwa polskiego. Jest to, jak powszechnie wiadomo, żywica kopalna, którą ongiś ronili swoje sosny, dziś zaginione (*Pinites succinifer* etc.) w otaczający je grunt piaszczysty. Pierwotne jego złoża występują w formacji dolno-oligocenińskiej Pomorza, zwłaszcza na półwyspie Sambijskim w Pruszech Wschodnich, w okolicy Królewca (Palmniken). Stąd łodowce rozwlekły go po całym niżu Polskim. Napotyka go się bowiem w osadach dyluwjalnych w zasięgu bardzo rozległym, obejmującym okolice Warszawy, Poznania, Krakowa, Lwowa. Na terytorjum Rzplitej bursztyn „poławia się“ na wybrzeżach Gdańska, Gdyni i Pucka. Miarą jego rozpowszechnienia (w łóżyskach wtórnych) jest tu do pewnego stopnia podatek, który *fiscus* pruski pobierał od poławiaczy bursztynu, a który wyno-

sił 100.000 marek przedwojennych. (Bursztyn, jako ciało, mające ϵ . wł. 1.0—1.1, zbliżony do gęstości wody morskiej, poławia się sieciami podczas burzliwego morza, którego fale wypłókują go z namulisk i unoszą na swej powierzchni). Produkcja bursztynu sambijskiego (w złożach pierwotnych) miała wartość około 2.000.000 marek złotych. W głębi Polski bursztyn dość często bywa znajdowany w puszczy Myszynieckiej, nad brzegami Narwi, w okolicach Ostrołęki, Rożana i t. d. Za czasów Królestwa Kongresowego kwitło tu ożywione kopalnictwo bursztynu, które usiłowali wskrziesić okupanci niemieccy podczas wojny (1916—1918).

Pierwotne złożę bursztynu jasnożółtego ma się znajdować także w karpackich łożyskach bitumicznych wieku oligoceńskiego, a mianowicie w okolicach Delatyna (*delatynit*), Rzepiennika Biskupiego, Kossowa i Leszczowatego (J. N i e d ź w i e d z k i).

III. SKAŁY OGNIOWE I METAMORFICZNE.

Granity, gnejsy i łupki krystaliczne. Polska posiada dwa tereny granitowe: jeden w Karpatach (Tatrach), drugi — na Wołyniu. Leżą one na południowych i wschodnich kresach Rzplitej, niby dwie podwaliny gmachu państwowego. Pod względem petrograficznym różnią się tak wybitnie, że należy je traktować osobno.

Trzon krystaliczny Tatr został już zbadany dość szczegółowo. Granity tatrzańskie należą do skał najpopularniejszych w Polsce... Niema u nas inteligentnego człowieka, któryby nie podziwiał piękna i majestatu strzelistych wierchów Tatr granitowych... Tatry — dzięki swym pierwszorzędnym walorom krajobrazowym i kuracyjnym — stały się niemal powszechnem uzdrowiskiem polskiem, które jak najrychlej należałoby zamienić na wieczysty „park narodowy“... Trzeba przyznać, że przyrodnicy polscy nie tylko podziwiali Tatry, ale je już dość dokładnie poznali. Możemy to, zwłaszcza, powiedzieć śmiało o przyrodzie nieożywionej gór naszych. Wielu petrografów polskich poświęciło im swe szczegółowe prace i dociekania.

Z badań tych okazało się, że granity Tatr (i karpackie, wogóle) stanowią osobną „prowincję petrograficzną“, ostro od-

cinającą się od sąsiednich terenów granitowych: sudeckiego i wołyńskiego. Mają one charakter wybitnie, a nawet krańcowo, — „wapienno-alkaliczny“, (porówn. str. 152) zawierając niezwykle duże ilości wapna (do 4,0%) i ogromną przewagę sodu nad potasem. Mineralogicznie znamionną jest dla nich olbrzymia przewaga plagioklaz (oligoklaz — andezynu) nad ortoklazem, tak, iż, magmatycznie rzeczy biorąc, stoją one na pograniczu a nawet wkraczają w dziedzinę diorytów kwarcowych. Zaliczamy je jednak jeszcze do granitów ze względu na pokrój i skład mineralogiczny, w którym, obok biotyту, zawsze prawie obecny jest także muskowiт. Granit tatrzański jest utworem intruzyjnym pochodzącym z epoki pokarbońskiej. Intruzja nastąpiła w osady dziś zmetamorfizowane i mocno zabradowane.

Utwory metamorficzne Tatr należą do gnejsów, amfibolitów, i łupków krystalicznych, których rozwój przypada przeważnie na zachodnią część gór, między przełęczą Liljowe a doliną Chochołowską. Gnejsy i amfibolity są pochodniami skał głębinowych (granitów, diorytów i innych bardziej zasadowych), gdy łupki biotytowe (zwłaszcza z sylimanitem) zdają się być derywatami skał osadowych (marglisto-ilastych). Wtopione w granit, uległy one ciekawym przeobrażeniom kontaktowym, zamieniając się na charakterystyczne zespoły wapienno-krzemianowe (W. Pawlica).

Granitom i łupkom krystalicznym Tatr towarzyszą ciekawe żyły pegmatytowe, od wapienno-alkalicznych do czysto-alkalicznych, zawierające nadto kryształy turmalinu i granatu.

Odmiennego typu granity występują na Wołyniu nad Słuczą i Korczykiem. W granicach dzisiejszych Rzplitej leży pn.-zachodni skrawek płyty granitowej wołyńsko-ukraińskiej, obejmujący wszakże około 1.600 km² powierzchni (okolice Klesowa, Tomaszgrodu, Korca, Ludwipola). Granity wołyńskie mają dwie odmiany, szarą i różową — obie z biotytem; magmatycznie jednak należą do kategorii granitów alkalicznych, w których ogromie przeważają skalenie alkaliczne (ortoklaz, mikroclin, mikroperyt) nad plagioklazem, a więc wprost odwrotnie, jak to widzieliśmy w granitach tatrzańskich. Granity Wołynia Polskiego są jeszcze mało zbadane, ale już z zebranych dotychczas spostrzeżeń wypada, że towarzyszy im cała plejada skał, wtrąconych podrzędnie, jak syenity,

dioryty, gablo-noryty, porfiryty, a nadewszystko — jak wyraźnie żyłowe aplity i pegmatyty (St. Małkowski). Te ostatnie odznaczają się niezwykłą gruboziarnistością, składając się z wielkich osobników kwarcu, ortoklazu (mikroklinu), wielkich tablic srebrzystego muskowitu i długich na kilkadziesiąt *cm* nieraz kryształów czarnego turmalinu (skorylu), oraz drobniejszych — różowego granatu.

Bardzo rozmaita jest również serja skał metamorficznych Wołynia, w których granity tworzą większe lub mniejsze intruzyjne masy pienne. Składają się na serję tę granitognejsy, gnejsy, łupki biotytowe i amfibolowe, zawierające, poza zwykłymi, jeszcze składniki podrzędne wielce charakterystyczne, jak kordjeryt, syli-manit, spinel, topaz, niekiedy także oliwin i inne (P. Radzi-szewski). Wszystko to dowodzi, że mamy tu do czynienia przeważnie ze skałami metamorficznymi pochodzenia osadowego („para“-gnejsy, „para“-łupki Rosenbuscha). Dokładne opracowanie naukowe skał wołyńskich stworzy niewątpliwie nowy i bardzo interesujący rozdział petrografji polskiej.

Granity polskie są pierwszorzędnym materiałem budowlanym, nadającym się doskonale do celów architektury monumentalnej oraz do budowy dróg bitych i mostów.

Skały wylewne i intruzyjno-żyłowe. Najobficiej występują nasze skały wylewne w Krakowskiem. Odróżniamy tu trzy ich rodzaje: porfiry, melafiry i diabazy. Porfirom towarzyszą tufy, są to więc niewątpliwe lawy. Erupcja ich nastąpiła w czasie po-permskim. Brunatno-czerwone porfiry znane są dziś w całym niemal państwie, jako eksploatowany na szeroką skalę materiał brukarski i drogowy. Najważniejszym miejscem ich występowania jest Miękinia pod Krzeszowicami. Melafiry (Tenczynek, Regulice) są skałami szaremi, porowatymi o budowie drobnoziarnistej. Wreszcie czarne diabazy (Niedźwiedzia Góra pod Krzeszowicami) tworzą masę niemal zbitą, równie jak porfiry i melafiry, eksploatowaną na tłućzeń drogowy. Pod względem petrograficznym i technicznym skały wylewne krakowskie są już zbadane dość szczegółowo (Z. Rozen).

Nie można tego powiedzieć o *cieszynitach*, występujących w formacji kredowej Śląska Cieszyńskiego. Tworzą one nie-

wielkie masy intruzyjne wśród margli górno-kredowych, które zostały przez nie w sposób wydatny przeobrażone kontaktowo (Boguszowice pod Cieszynem). Cieszynity są skałami interesującymi z punktu widzenia teoretycznego, albowiem niektóre z nich zawierają nefelin (i analcym) obok plągjoklazę, a inne znów — egiryn, obrastający epizomorficznie augit tytanowy. Odznaczają się niekiedy pięknymi igiełkowatymi kryształami amfibolu i widocznego nawet dla oka nieuzbrojonego — apatyty.

W Tatrach zachodnich (pod Osobitą) poznany został rzadki typ skały wylewnej (towarzyszą jej tufy), zwanej *limburgitem*. Składa się on przeważnie z augitu, oliwinu i tła szklistego (poza chlorytem i innymi minerałami wtórnymi). Zdaje się on być spokrewniony z cieszynitami magmatycznie i nie różnić się wcale od nich pod względem wieku geologicznego (St. Kreutz).

Do skał wylewnych, które zostały dokładniej już zbadane, należą *andezyty*, występujące wśród osadów fliszowych w okolicy Szczawnicy, Krościenka i Czorsztyna nad Dunajcem.

Odróżniamy tu kilka ich typów, w zależności od stosunku ilościowego składników femicznych (augitu, amfibolu i magnetytu) a także — od własności strukturalnych. Jasny andezyt amfibolowy Szczawnicy (Bryjarka) zawiera niewielkie ilości kwarcu. Skały andezytowe sąsiedniej Jarmuty spowodowały w obocznych osadach interesujące zjawiska kontaktowe (St. Małkowski). Pod względem technicznym andezyty czorsztyńskie i szczawnickie stanowią cenny materiał budulcowy na bruki i drogi bite.

Jedną z najciekawszych skał polskich pochodzenia ogniowego są, bez wątpienia, znane już oddawna „*bazalty wołyńskie*“, występujące w Berestowcu, oraz w Podłużnym (nad Horyniem), a także około Policy. Bazalt wołyński leży w kontakcie z marglami kredowymi, które zostały przezeń częściowo przeobrażone (pirogenicznie). Wiek jego intruzji jest zatem pokredowy. Bazalt wołyński jest skałą czarną i zbitą (anamezyt). Właściwy mu jest piękny cios pryzmatyczny (sześciograniasty) rozwinięty najokazalej w łomach berestowieckich. Pod względem składu mineralnego bazalty nasze — poza składnikami głównymi: plągjoklazem, augitem i magnetytem — odznaczają się nadzwyczajną osobliwością, zawierają bowiem drobne ilości żelaza metalicznego (St. Pfaf-

fius). Technicznie są doskonałym materiałem brukowym i szosowym, posiadającym dużą oporność mechaniczną.

Już w latach powojennych zostały także odkryte nieoczekiwane skały żyłowe pochodzenia ogniowego w górach Świętokrzyskich (J. Czarnocki). Najbardziej interesującą z nich jest żyła diabazu, przecinająca łupki i szarogłazy sylurskie, we wsi Bardo (w Łagowskiem). Posiada ona naogół budowę ofitową i składa się z zupełnie świeżego plagjoklazu, augitu, magnetytu i ilmenitu, oraz bardzo oryginalnego minerału — bardolitu, o którym była już mowa wyżej.

Wreszcie, pokrewna bazaltom i diabazom skała wylewna (melafir) została stwierdzona także we Wschodnich Karpatach na Czarnohorze (połonina Rohonieska).

* * *

Osobny rozdział petrografji polskiej stanowić winny nasze „*głazy narzutowe*“. Są to, jak wiadomo, przybysze z krajów północnych Fennoskandji, które do nas przywleczone zostały przez lodowce epoki lodowej. Pomimo, że głazy narzutowe odgrywają tak poważną rolę w naszym krajobrazie, a także — w życiu gospodarzem, nie doczekały się one dotychczas dokładniejszego naukowego opracowania. Jest to jedno z zadań najpilniejszych naszego przyrodoznawstwa wogóle, a naszej petrografji — w szczególności. Zadanie to może być wykonane tylko w drodze jak najdokładniejszego porównania naszych „*narzutowców*“ ze złożami ich macierzystymi w Finlandji, Szwecji i Norwegji. Nie jest to sprawa obojętna i dla glaciologii polskiej. Tylko wtedy bowiem, kiedy zdołamy oznaczyć dokładniej miejsce pochodzenia naszych kamieni polnych, będziemy mogli także wykreślać drogi wędrowek mas lodowych w epoce tak niedawno minionej.

IV. SKAŁY OSADOWE POLSKI.

Jeżeli, mówiąc o skałach ogniowych Polski, zaznaczaliśmy parokrotnie, że nie wszystkie one są zbadane odpowiednio do wymagań dzisiejszego stanu wiedzy petrograficznej, to o skałach osadowych Polski musimy wprost powiedzieć, że stanowią one z małemi

tylko wyjątkami prawdziwą *terram incognitam* naszej przyrody nieożywionej. Wprawdzie, w obfitej już literaturze geologicznej, poświęconej stratygrafii Polski, znajdujemy zwykle dość dokładne opisy makroskopowe skał osadowych, ale z punktu widzenia petrografii współczesnej, nie są one wystarczające, gdyż nie są poparte ani dokładną analizą mikroskopowo - optyczną, ani chemiczną i nie uwzględniają w dostatecznej mierze genezy oraz warunków fizyczno-geograficznych powstawania danego osadu. Stąd stratygrafowie nasi, zwłaszcza karpaccy, posługują się chętnie geograficznymi nazwami skał w rodzaju: „piaskowiec mągórski“, „piaskowiec ciężkowicki“, „piaskowiec kliwski“, i t. d., które to nazwy pozbawione są właściwie treści i nic zawodowemu petrografowi nie mówią. Dla piszącego te słowa nie ulega wątpliwości, że dokładne zbadanie naukowe owych „piaskowców“ doprowadzi do wyników pozytywnych, które pozwolą na zastosowanie słownictwa racjonalnego.

Ile w dziedzinie petrografii „osadowej“, niesłusznie dotychczas zaniedbywanej, można zdziałać i jak ciekawe kryje ona w sobie problemy, dowodzą niezbicie już te nieliczne u nas prace, które zostały poświęcone dokładniejszym studjom skał osadowych (Cz. Kuźniar, W. Pawlica i inni).

A mamy pod tym względem do zbadania całe połacie kraju, całe pasma górskie i rozległe obszary niżu... By ogrom czekającej tu nas pracy podkreślić i należyście uwydatnić, wymienię poniżej te skały i tereny osadowe, które, zdaniem mojem, najpilniej wymagają poważnych studjów petrograficznych.

Najwdzięczniejszy temat szczegółowych badań skałoznawczych stanowią, bez wątpienia, góry Świętokrzyskie z ich kwarcytami, szarogłazami, piaskowcami, „marmurami“, wapieniami, dolomitami i t. d. Już z pracy Güricha można wnosić, że studja petrograficzne paleozoicum polskiego (także krakowskiego i podolskiego) zostaną uwieńczone wielu nieoczekiwanemi i doniosłemi wynikami.

Drugim terenem, wymagającym jak najrychlej mikroskopowego „prześwietlenia“, są nasze Karpaty „fliszowe“. Tu starczy pracy na całe pokolenia. Owe niezliczone piaskowce, konglomeraty, łupki piaszczyste, iłołupki, łupki menilitowe i t. d., ba-

dane systematycznie w kierunku pionowym i poziomym, mogą dać wyniki ważne tak w znaczeniu stosunków facjalnych, jak i — stratygraficzno-tektonicznych.

Osobny przedmiot studjów stanowić muszą nasze wapienie, dolomity i margle (jurajskie, kredowe i trzeciorzędowe) szeroko rozpostarte zarówno na stokach gór Świętokrzyskich, jak w pasmie Krakowsko-Wieluńskim, niecce Miechowskiej, wyżynie Lubelsko-Wołyńskiej i t. d.

Wreszcie, niemały interes naukowy i praktyczny wiąże się ze zbadaniem systematycznym naszych glin, piasków i wydm piaszczystych, które to badania zostały już częściowo rozpoczęte (St. Małkowski).

V. BIBLIOGRAFJA

Wykaz bibliograficzny, tyjący się złóż mineralnych Polski, który podajemy niżej, nie jest wyczerpujący. Pominęliśmy w nim rozmyślnie literaturę starszą, po pierwsze dlatego, że bywa ona przytaczana zwykle w rozprawach nowszych, a powtóre dlatego, że głównym celem naszym było zebranie prac współczesnych, obrazujących całokształt naszego dorobku naukowego w tej dziedzinie. Jednego tylko źródła dawniejszego nie możemy tu pominąć. Jest nim klasyczny „Opis geognostyczny Polski“ J. B. Pusza-Koreńskiego, który do dziś dnia stanowi w wielu razach źródło informacyjne pierwszorzędnej wartości, zwłaszcza, o ile chodzi o złoża mineralne Polski. Szczegółowy spis zebranych przezeń minerałów podany został w polskim wydaniu „Podręcznika Mineralogji“ G. Tschermaka (Warszawa, 1900). Od niego też należy rozpoczynać studia złóż mineralnych Polski. Poza tem wymieniony podręcznik podaje wiadomości o złożach polskich przy opisie poszczególnych minerałów. W spisie, niżej przytoczonym, obok literatury ściśle fachowo-mineralogicznej, podajemy także ważniejsze rozprawy geologiczne, dające charakterystykę środowiska, w którym występują złoża mineralne.

Minerały złóż kruszcowych.

Podręcznik mineralogji G. Tschermaka. Warszawa, 1900, str. 660—669.

G. G. Pusch. Geognostische Beschreibung von Polen. Tybinga. T. I (1833). T. II (1836).

J. Siemiradzki. Geologia Ziem Polskich. Wyd. 2. Lwów, 1922.

H. Traube. Die Minerale Schlesiens. Wrocław, 1888.

A. Sachs. Die Bodenschätze Schlesiens. Lipsk, 1906.

J. Bartonec. Die erzführenden Triasschichten Westgaliziens, Oesterr. Zeits. f. Berg- u. Hüttenw. Wiedeń 1906.

K. Bohdanowicz. Materjały dla izuczenja rakowist. izwiestniaka Domb. bassejna. Trudy Geol. Kom. Petersburg. 1907.

C. Kuźniar. Bogactwa kopalne Górnego Śląska. Przegląd Techn. (1921).

J. Sioma. Nabludenja po mineralogji i litologji Łysogorja. Moskwa, 1917

K. Koziarowski. Rudy żelazne Wschodniego Okręgu Górniczego. Pam. Fizjogr., t. 13 (1895).

St. Doborzyński. Złoża mineralne wapienia podstawowego. Tamże, t. 14 (1896).

St. Doborzyński. Złoża rud żelaznych majątku Klucze. Tamże, t. 16 (1900).

W. Pawlica. Rudy ilaste Starachowic. Sprawozdania P. Inst. Geol. Warszawa 1920, str. 1.

B. Miklaszewski. Przyczynki do poznania rud krajowych etc. Chemik Polski (1914).

J. Samsonowicz. O złożu hematytu w Rudkach. Posiedzenia Naukowe P. Inst. Geol. (1922).

J. Czarnocki. O paleozoicznych rudach żelaza. Tamże (1923).

St. Kreutz. Sprawozdanie z poszukiwań mineralogicznych. Sprawozd. Komisji Fizjogr. (1918).

E. Rewuckaja. O kalaminie Carstwa Polskawo. Bull. d. Soc. des Natural. de Moscou (1905).

W. Staronka. O kruszcu miedzi z Miedzianki. Chemik Polski (1908).

J. Morozewicz. Staszycyt, nowy minerał złoża kruszcowego Miedzianki, Rozpr. Akad. Um. (1918).

J. Morozewicz. O lubeckicie, kobaltowym minerale etc. Tamże (1919).

J. Morozewicz. O miedziankicie. Sprawozd. P. Inst. Geol., t. 2 (1923).

Minerały złóż solnych.

Podręcznik mineralogji G. Tschermaka. Warszawa, 1900.

J. Niedźwiedzki. Stosunki geologiczne formacji solonośnej Wieliczki i Bochni. „Kosmos“ (1883, 1884 i 1886, str. 137).

J. Niedźwiedzki. O formacji solnej Kałusza. Kosmos (1891). Przegl. Gór.-Hutn. (1912).

B. Świdorski. O złożach solnych W. Ks. Poznańskiego. Kosmos (1921).

W. Friedberg. Kopalnia soli w Wapnie. Tamże (1921).

H. Arctowski. Sole potasowe w Polsce. Tamże (1921).

St. Kreutz. O kryształach sylwinu w Kałuszu. Rozpr. Ak. Um. (1912).

J. Tokarski. Syngenit z Morszyna. Kosmos (1910).

Siarka i siarczany.

L. Zejszner. O gipsach połud.-zach. Król. Pol. Bibl. Warsz. (1861).

M. Łomnicki. Formacja gipsu na krawędzi płaskowyżu podolskiego. Kosmos (1881).

St. Kontkiewicz. Sprawozdanie z badań geolog. etc. Pam. Fizjogr. (1882).

St. Zaręczny. O luźnych kryształach gipsu etc. Kraków, 1887.

St. Kreutz. O siarce i barycie złoża Swoszowickiego. Rozpr. Akad. Um. (1916).

St. Kreutz. O minerałach złóż truskawieckich. Rozpr. Ak. Um. (1915).

St. Kreutz. Gipsy Polskie. I. Podkarpacie. Tamże (1916).

J. Tokarski. Przyczynek do znajomości luźnych kryształów gipsu. Kosmos (1909).

J. Czarnocki. O złożu barytu w Strawczynku. Pos. Nauk. Pol. Inst. Geol. (1923).

J. Tokarski. Melanteryt i keramohalit w karpackich łupkach menilitowych. Kosmos (1905).

Węglany i fosforany.

Podręcznik mineralogji G. T s c h e r m a k a. Spis minerałów J. B. P u s z a (str. 690).

St. Kreutz. Przyczynki do morfologii kalcytów polskich. Rozpr. Akad. Um. (1916).

J. Morozewicz. O lublinicie. „Kosmos“ (1907).

Z. Opolski. Lublinit. Tamże (1921).

J. Morozewicz. O pokładach fosforonośnych Podola. Posiedz. Nauk. Pol. Inst. Geol. (1922).

W. Jacek. O zawartości kwasu fosforowego w fosforytach Podola. Tamże (1922).

J. Tokarski. O fosforytach polskiego Podola. Przemysł Chemiczny (1923).

J. Morozewicz. O grodnolicie. Sprawozd. P. I. G., t. 2. (1924).

Kwarc i krzemiany.

Podręcznik mineralogji G. T s c h e r m a k a. Warszawa, 1900.

J. Tokarski. O diamentach marmaroskich. Kosmos. (1905).

L. Gorazdowski. O składzie chemicznym tatrzańskich minerałów skałotwórczych. Pam. Fizjogr. (1896).

J. Morozewicz. Z mineralogji i petrografji Tatr. Kosmos (1909).

Z. Weyberg. O mikach tatrzańskich. Warsz. Uniwers. Izwiestja (1909); Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz. (1909).

W. Pawlica. O złożach mineralnych granitu tatrzańskiego. Sprawozd. Kom. fizjogr. (1916).

W. Pawlica. O gedrycie w Tatrach. Rozpr. Akad. Um. (1914).

W. Pawlica. Premit w Tatrach. Tamże (1916).

Z. Rozen. Pilolit z Miękini. Tamże (1914).

St. Małkowski. O kaolinach wołyńskich. Posiedz. Nauk. P. I. G. (1923 i 1924).

J. Morozewicz. O bardolicie. Sprawozd. P. I. G., t. 2 (1924).

Mineraty palne.

Podręcznik mineralogji G. T s c h e r m a k a. Warszawa, 1900.

S. Karczewski. O budowie mikroskopowej węgla kamiennego. Pam. Fizjogr. (1907).

J. Grzybowski i K. Wójcik. Monografia Krakowskiego Zagłębia Węglowego. Kraków (1909).

St. Czarnocki. Budowa geologiczna utworów węglowych Zagł. Dąbr. Dąbrowa, (1909).

R. Michael. Die Geologie des ober-schlesischen Steinkohlenbezirkes. Berlin, (1913).

W. Petraschek. Die Kohlenlager Oesterreich - Ungarns. Wiedeń, (1920).

A. Makowski. Polskie Zagłębie Węglowe. Sprawozd. Pol. Inst. Geol., t. 2. (1924).

R. Zuber. Flisz i nafta. Lwów, 1918.

B. Kropaczek. Borysław. Studium geologiczne. Borysław (1919).

J. Nowak. Nafta karpacka w świetle geologii regionalnej. Lwów, 1922.

K. Bohdanowicz. Tereny i złoża naftowe. Warszawa, 1923.

L. Syroczyński. Kopalnie oleju skalnego i wosku ziemnego w Borysławiu. Kosmos, (1881).

P. Miączyński. Złoża woskowe w Borysławiu. Atl. Geol. Galicji. Ark. 20.

J. Morozewicz. O haczetynie. Kosmos (1909).

B. Sonntag. Geologie von Westpreussen. Berlin, 1919. (Rozdział o bursztynie).

J. Niedźwiedzki. O bursztynach Karpat Galicyjskich. Kosmos (1908).

Granity i skały metamorficzne (Karpaty i Wołyń).

J. Morozewicz. Opis mikroskopowo-petrograficzny granitów tatrzańskich. Pam. Fizjogr. (1889).

J. Szadecky. Der Granit der Hohen Tatra. Mineralog. u. petrogr. Mitt. (1893).

J. Morozewicz. Granit tatrzański i problem jego użyteczności technicznej. Czasop. Techn. Lwów, (1914).

J. Morozewicz. Über Tatrgranite. N. Jahrb. f. Min. B.-B. 39. 1914.

W. Pawlica. Pegmatyty Tatr etc. Rozpr. Akad. Um. (1913).

W. Pawlica. Północna wyspa krystaliczna w Tatrach. Tamże (1915).

St. Kreutz. Łupek granatowo-sylimanitowy w Tatrach. Tamże (1913).

W. Pawlica. Garłuchowskie skały wapienno-krzemianowe. Tamże (1918).

St. Małkowski. Metamorfizm kontaktowy i żyła kruszcowa w Jarmucie pod Szczawnicą. Sprawozd. z Pos. Tow. Naukow. Warsz. (1918).

P. Radziszewski. O granitach karpackich. Prace P. I. G., t. I. (1924).

St. Jaskólski. O amfibolitach tatrzańskich. Bulletin Pol. Akad. Um. (1924).

P. Radziszewski. Sprawozdania z badań petrograficznych na Wołyniu. Posiedz. Nauk. P. I. G. (1923/24).

St. Małkowski. Skały krystaliczne Wołynia na Pn. od Słuczy. Posiedz. Nauk. P. I. G. (1924).

Skały wylewne i intruzyjno-żyłowe.

Z. Rozen. Dawne lawy W. Ks. Krakowskiego. Rozpr. Akad. Um. (1909).

W. Goetel. O kontakcie diabazu z piaskowcem permskim etc. Sprawozdanie P. I. G. t. I. (1922).

J. Morozewicz. Przyczynki do petrografji krajowej. Pam. Fizjogr. (1890).

P. Rohrbach. Über Eruptivgesteine im Gebiete d. schlesisch-mähr. Kreideformation. Min. u. petrog. Mitt. (1886).

St. Kreutz. O limburgicie w Tatrach. Rozpr. Akad. Um. (1913).

St. Małkowski. Andezyty okolic Pienin. Prace P. I. G. t. I. (1921).

J. Morozewicz. O technicznej wartości andezytów etc. Tamże.

St. Pfaffius. Opis t. zw. anamezytu wołyńskiego. Pam. Fizjogr. (1886).

St. Małkowski. Sprawozdanie z badań geologicznych bazaltów okolic Berestowca, Podłużnego i Policy na Wołyniu. Posiedz. Nauk. P. I. G. (1923).

J. Tokarski. O skale magmatycznej gór Świętokrzyskich. Kosmos (1921).

M. Goldschlag. O występowaniu skały wylewnej w połoninie Rohonieskiej na Czarnohorze. Kosmos (1914).

Skały osadowe.

G. Gürich. Das Palaeozoicum im Polnischen Mittelgebirge. Verhandl. d. russ. Min. Ges., t. 32 (1896).

Cz. Kuźniar. Skały osadowe Tatrzańskie. Rozpr. Akad. Um. (1913).

Cz. Kuźniar. Loess w Beskidzie Zachodnim. Kosmos (1912).

W. Pawlica. Ilaste rudy żelazne Starachowic. Sprawozd. P. I. G. t. I. (1920).

St. Kamecki. Przyczynek do znajomości grójeckich glin ogniotrwałych. Chemik Polski (1908).

St. Doborzyński. Glinki ogniotrwałe. Pam. Fizjogr. (1900).

J. Tokarski. Materiały do znajomości glin polskich. Tamże (1921).

J. Tokarski. Loes pow. Skolskiego. Tamże (1915).

J. Morozewicz. O bonarskiem złożu haczętynu. Kosmos (1909).

St. Małkowski. Sprawozdanie tymczasowe z badań niektórych glin krajowych. Posiedz. Nauk. P. I. G. (1924).

M. Hamerska. Old-red podolski. Kosmos (1923).

St. Małkowski. O wydmach piaszczystych okolic Warszawy. Prace Tow. Nauk. Warsz. № 23 (1917).

O OCHRONIE POMNIKÓW PRZYRODY NIEOŻYWIONEJ W POLSCE.

opracował

STANISŁAW MAŁKOWSKI.

Treść: 1. Cel artykułu. 2. Idea ochrony przyrody. 3. Stan ochrony pomników przyrody nieożywionej u nas. Co należałoby chronić? 4. Ochrona przyrody a muzea. 5. Państwowa organizacja ochrony przyrody w Polsce. 6. Wydawnictwa poświęcone ochronie przyrody.

1. Celem niniejszego artykułu jest poinformowanie czytelnika, na czym polega myśl ochrony przyrody, w szczególności w odniesieniu do świata minerałów i skał, oraz, co należałoby chronić w tym zakresie u nas?

2. Idea ochrony przyrody wyrażona w sposób ogólny głosi, iż ochronie winny podlegać niektóre twory przyrody ze względu na ich szczególne znaczenie naukowe, piękno albo też — na związaną z nimi tradycję historyczną, przyczem ochrona ta musi być stosowana do oddzielnych przedmiotów (zwanych „pomnikami przyrody”) albo też do ich zespołów. Ze względu na wyjątkowy charakter ochronie mogą podlegać niekiedy znaczne obszary obejmujące liczne „pomniki przyrody” jak np. słynny amerykański Yellowstone-Park (8671 km kwadr.). Tego rodzaju krajobrazowe zespoły zabytków nazywane są *rezerwatami*. U nas istnieje rezerwat państwowy w Puszczy Białowieskiej oraz kilka drobniejszych rezerwatów prywatnych, nadto są plany urządzenia większych rezerwatów w Tatrach, Pieninach, Górach Święto-

Krzyskich i w innych okolicach kraju, gdzie jeszcze zachował się pierwotny charakter krajobrazu.

„Pomniki przyrody“ ze stanowiska naukowego odgrywają rolę dokumentów, na których opierają się sądy naukowe. Im więcej takich dokumentów da się zachować, tem bardziej dana nauka będzie zabezpieczona w swoich podstawach przez możliwość sprawdzania i doskonalenia badań poprzednich. Nadto „pomniki przyrody“ mają wielkie znaczenie wychowawcze, umożliwiają one bowiem głębsze wejrzenie w tajniki przyrody szerokim masom, przyzwyczajonym do traktowania świata otaczającego bardzo powierzchownie, z myślą o dniu dzisiejszym i w wąskim zakresie interesów dnia powszedniego. Pomniki przyrody i rezerwy rozszerzają znakomicie zakres zainteresowań człowieka i pozwalają mu wnikać wgłąb treści tego, co nas otacza.

W odniesieniu do świata minerałów i skał myśl ochrony przyrody wyraża się w roztoczeniu pieczy nad poszczególnymi utworami, których niepodobna przenieść i zamknąć w bezpiecznym muzeum, a które mają wyjątkowo pięknie zaznaczone cechy charakterystyczne lub są zgoła osobliwościami lub unikatami.

3. Weźmy kilka przykładów z naszego kraju, które zarazem będą ilustrowały stan ochrony przyrody nieożywionej u nas.

Oto pozostawiono przed laty, jako wspaniałe pomniki przyrody w kopalni węgla „Paryż“ w Dąbrowie Górniczej część potężnego, kilkunastometrowego pokładu węgla kamiennego, zwanego „Reden“. Ten fragment pokładu, istniejący pod gołym niebem w odkrywcę, był dostępny dla licznych wycieczek, które miały możliwość dokładnego przyjrzenia się w świetle dziennym jego budowie i przeniesienia się myślą w odległe epoki powstawania tego utworu. Jednocześnie była to sposobność ujżenia wielkiej osobliwości, gdyż tej grubości pokłady węgla należą do wyjątkowych. Ze stanowiska naukowego był to jeden z nielicznych u nas dokumentów tego rodzaju, którym mogliśmy się szczylić wobec zagranicy. W niepodległej Ojczyźnie byłby on niewątpliwie przedmiotem szczególnej opieki, gdyby nie chciwe ręce eksploatatora, które zniszczyły ten zabytek dla kilkunastu wagonów węgla!

Nie lepszy los spotkał groty w Olsztynie (patrz fotografie

w polskim wydaniu dzieła Neumayra „Dzieje ziemi“). Piękne stalaktyty poszły na materiał do hut szklanych...

W czasie robót górniczych zdarza się odkryć jakąś osobliwość lub utwór mineralny szczególnie pięknie rozwinięty; tak było np. przed laty w kamieniołomie na górze Kadzielni pod Kielcami, kiedy roboty kamieniarskie doprowadziły do odsłonięcia niewielkiej groty wypełnionej pięknymi kryształami kalcytu. Dziś pozostało o tem tylko wspomnienie... Podobnie się działo z odkrywaniem t. zw. „kryształowemi grotami“ w kopalni wielickiej. Znane jest również powszechnie, szczególniejszemu mieszkańcom Wielkiego Niżu Polskiego, zużywanie bez żadnych skrupułów największych gładów erratycznych, będących dokumentami działalności na naszych ziemiach lodowców północnych (takiemu losowi uległ w znacznej części słynny „Kamień Filaretów“).

Przykładów tych wystarczy aby stwierdzić, że, niestety, pod względem zrozumienia sprawy ochrony przyrody nieożywionej, znaleźliśmy się w stosunku do Europy zachodniej i Ameryki na poziomie kraju barbarzyńskiego. Aby się dźwignąć z tego stanu władze państwowe polskie utworzyły Państwową Komisję Ochrony Przyrody, której działanie jednak będzie bardzo ograniczone i trudne, dopóki społeczeństwo nie przejmie się tą sprawą i nie poprze jej energicznie.

Z wyjątkiem byłego zaboru pruskiego, gdzie władze i społeczeństwo niemieckie, trzeba to przyznać, dużo zrobiły dla sprawy ochrony przyrody, wszędzie na pozostałych ziemiach polskich najazdy obce dawały się bardzo we znaki, traktując tę sprawę obojętnie lub krępując swobodę działania jednostek usiłujących wpłynąć na jej rozwój.

Zawierucha wojenna dokonała reszty.

Nie myślimy jednak, że wszystko stracone i że kraj nasz już nie posiada pomników przyrody nieożywionej, które należy chronić. Pominąwszy Tatry, które całe powinny stać się rezerwatem z rozmaitych względów, a między innymi i dlatego, że zawierają wiele utworów mineralogicznych i petrograficznych, których niema gdzieindziej na ziemiach naszych, wymieniamy dla przykładu szereg przedmiotów, które należy przedewszystkiem wziąć pod uwagę z myślą o ich ochronie. Zaznaczamy przytem,

że w układaniu tego spisu kierowano się względami natury mineralogicznej i petrograficznej. Pomniki przyrody nieożywionej z zakresu geologii dynamicznej i historycznej zasługujące na ochronę zostały tu pominięte.

a) Zacznijmy od grot, które interesują nas jako dokumenty zjawisk rozpuszczalności pewnych minerałów i miejsca występowania utworów naciekowych (stalaktyty) i skupień kryształów. Piękne groty mamy jeszcze w pasmie wapiennych skał formacji jurajskiej między Krakowem i Częstochową, chociaż niektóre z nich uległy całkowitemu lub częściowemu zniszczeniu (Olsztyn).

Specjalnej pieczy powinny podlegać przynajmniej niektóre groty utworzone w pokładach gipsowych, jak np. grotą w Skorocicach nad Nidą.

b) Jako przykłady pomników przyrody na powierzchni ziemi wymienić możemy obnażenia pokładów lub żył mineralnych, jak np. złoża gipsu utworzone z kryształów kilkumetrowej długości (Skorocice nad Nidą) lub kilkumetrowej miąższości żyły pegmatytowe w Korcu na Wołyniu, posiadające kryształy turmalinu dochodzące do 40 *cm* (!) długości. Do tej kategorii zaliczymy również: piękne przykłady naturalnego ciosu bazaltu (w Berestowcu na Wołyniu), andezytu w Krościenku nad Dunajcem (dziś zniszczone lecz możliwe jeszcze do odkrycia w przyszłości) i t. p., — wreszcie obnażenia styku (kontaktu) skał ogniwych z osadami, ważne jako dokument ustalający wiek pierwszych, a niektóre z nich ciekawe ze względu na występowanie specjalnej kategorii minerałów, zwanych kontaktowymi [melafiry pod Alwernją (Krakowskie) i diabazy w Niedźwiedziej Górze pod Krzeszowicami (Krakowskie), andezyty (okolice Pienin), bazalty (Wołyń)].

Powyżej wspominaliśmy o wielkich głazach narzutowych (np. „Kamień Filaretów“ pod Tuhanowiczami w Nowogródzkiem — dziś w znacznej części zniszczony, kamień Wojciecha Jastrzębowskiego w parku Łazienkowskim w Warszawie i in.), które powinny być zarejestrowane i chronione w całym kraju. Nawiasem dodamy, że wiele z pośród nich wiąże się z dziejami historycznymi lub przedhistorycznymi (głazy mogilne, graniczne i t. p.).

Na uwagę i opiekę zasługują również charakterystyczne postacie wietrzenia skał (np. skały wapienne doliny Ojcowa.

Mnikowa, Pienin, skały piaskowcowe niektórych okolic Karpat np. t. zw. „Prządki“ koło Krosna w Karpatach i inne).

c) Specjalną kategorię utworów, które powinny podlegać ochronie, stanowią obnażenia sztuczne, dokonane przypadkowo w kamieniołomach i kopalniach. Mówiliśmy powyżej o t. zw. „grotach kryształowych“, spotykanych w kopalniach soli kamiennej. Ale nie tylko tego rodzaju osobliwości należałoby chronić. Kopalnie wielickie, zwiedzane przez setki tysięcy osób, będące jako całość wspaniałym pomnikiem przyrody i kultury ludzkiej, powinnyby posiadać specjalnie wybrane i zachowane miejsca, któreby pokazywały w sposób możliwie najlepszy rodzaj i charakter występowania rozmaitych pokładów soli i towarzyszących jej minerałów (anhydryt, gips). Te same uwagi odnieśćby należało i do innych kopalni. Oto mamy np. kopalnie ołowiu i cynku (Śląsk, Krakowskie, Olkuskie) zwiedzane przez wycieczki uczącej się młodzieży szkół wyższych, średnich i technicznych (a należy się spodziewać, że ruch naukowo-krajoznawczy będzie się u nas wciąż potęgował, obejmując coraz bardziej kursy powszechne dla dorosłych, kursy uzupełniające robotnicze i t. d.). Pozostawianie i odpowiednie zabezpieczanie kilku metrów kwadratowych odsłonięcia w kopalni, wyjątkowo charakterystycznego i pięknego dla danego typu złóż mineralnych, jest ze strony zarządu kopalń pięknym czynem obywatelskim, przyczyniającym się w znacznym stopniu do podniesienia stopnia uprawy nauk geologicznych i górniczych w kraju. To samo należy zastosować do naszych kopalń: żelaza (np. Starachowice), siarki (Czarkowy nad Nidą i niedawno porzucona, a bardzo ciekawa ze względu na piękne okazy siarki, celestynu i innych minerałów, kopalnia w Posądy), miedzi (Miedzianka, znana z występowania szeregu interesujących minerałów, a w tej liczbie miedziankitu, staszycytu i lubeckitu, minerałów nowych, stwierdzonych tam po raz pierwszy i opisanych przez prof. J. Morozewicza w latach ostatnich), soli potasowych (Kałusz), wosku ziemnego (Borysław), węgla kamiennego (wspomniany tu potężny pokład węgla „Reden“ jeszcze nie uległ wyczerpaniu w głębi kopalni; obecnie przedsięwzięte zostały odpowiednie zabiegi w celu zabezpieczenia najdogodniej położonej jego części jako pomnika przyrody).

Obok obnażeń w kopalniach czynnych współcześnie zasługują na uwagę stare sztolnie górnicze, znajdujące się w Tatrach i w Pieninach, które bito w poszukiwaniu złota, srebra, ołowiu lub żelaza. Sztolnie te mają znaczenie dwojakie: 1) jako zabytki dawnego górnictwa; 2) jako miejsca obnażeń interesujących utworów. Oto np.: prof. St. Kreutz podnosił na jednej z konferencji w sprawie ochrony Tatr, iż na specjalną ochronę zasługuje widoczna w takiej starej kopalni w dolinie Starej Roboty żyła kwarcowo-syderytowa. Piszący zaś te słowa miał sposobność badać i opisywać zachowany doskonale bardzo interesujący i zasługujący na opiekę przekrój pasa kontaktu między andezytami i otaczającymi je skałami osadowymi, znajdujący się w starej sztolni w Jarmucie pod Szczawnicą.

Niekiedy zdarza się, że miejsce występowania minerału, zasługujące na ochronę, znajduje się w kopalni lub kamieniołomie założonym w celu eksploatacji czego innego. Oto np. przy rozszerzaniu jednego z wapienników krakowskich (w Bonarce) znaleziono wśród skał otaczających minerał rzadki, haczetyn, będący węglowodorem stałym. Zarówno sam fakt jego obecności jak i warunki występowania zasługiwałyby na specjalną ochronę chociażby małej przestrzeni w miejscu, gdzie został on obnażony.

4. Jak widzimy z powyższego, myśl ochrony przyrody wiąże się ściśle z ideą muzeów przyrodniczych. Obie idee mają na celu zachowanie ważnych pod względem naukowym utworów naturalnych, obie dążą do podniesienia poziomu uprawy danej gałęzi wiedzy w społeczeństwie metodą poglądową, obie wreszcie prowadzą do umysłowego i uczuciowego zbliżenia człowieka do otaczającej go przyrody. Granic ścisłych między tem, co podlega idei ochrony przyrody, co zaś należy do zakresu działania muzeów, przeprowadzić niepodobna. Oto w najbliższym otoczeniu muzeum geologicznego może się znaleźć jakiś pomnik przyrody, dajmy na to, wspaniały głaz narzutowy. Będziemy go mogli wówczas uważać za jeden z przedmiotów muzealnych, pozostawionych pod odkrytym niebem ze względów technicznych. W innym przypadku całe muzeum może się znaleźć w obrębie rezerwatu, będącego sam przez się pomnikiem przyrody (np. muzeum w dolinie Ojcowskiej); w takim razie samo muzeum będzie niejako

dopełnieniem tego, co da się zaobserwować w otaczającej przyrodzie. Postawmy tedy sprawę ogólniej, twierdząc, że t. zw. pomniki przyrody jako dokumenty naukowe nieruchome, których nie można lub nie należy traktować w oderwaniu od naturalnego podłoża, i przedmioty muzealne, jako dokumenty naukowe, dające się przenosić z miejsca na miejsce, winny być traktowane łącznie jako dopełniające się wzajem, czy to w znaczeniu ściśle naukowym, czy też — naukowo-pedagogicznym.

W kraju naszym, wcześniej czy później, powstaną nowe lub udoskonalą się już istniejące muzea prowincjonalne, obejmujące zakresem swej działalności pewne całości fizjograficzne. Zadaniem ich będzie obrazowanie w sposób możliwie pełny przyrody obszaru, z którego wyrosły i któremu winny służyć. W sposób tedy zupełnie naturalny muzeum prowincjonalne obejmie w swój niejako zakres wszystkie pomniki przyrody obecne na jego obszarze. Muzeum takie, będąc ośrodkiem i podstawą pracy fizjograficznej, ogniskować będzie wszystkie siły naukowe, związane z tym obszarem, a zarazem będzie poważnym czynnikiem w podnoszeniu poziomu stanu uprawy nauk przyrodniczych wśród otoczenia. Przy muzeach takich będą zatem powstawały miejscowe komitety lub straże ochrony przyrody. Organicznie związanymi z muzeami prowincjonalnymi będą muzea centralne (służące oddzielnym naukom lub ich grupom), które z jednej strony, dążąc do zobrazowania przyrody całego kraju w sposób pełny i godny muzeów reprezentacyjnych Rzplitej, będą opierały się częściowo na działalności muzeów prowincjonalnych, z drugiej strony muzea centralne, jako instytucje uposażone w znaczne siły i środki, dawać będą oparcie naukowe muzeom prowincjonalnym. Rozrzucone po całym kraju pomniki przyrody i muzea prowincjonalne będą służyły jako uzupełnienie i dopełnienie każdemu, kto, zapoznawszy się z muzeum centralnym, zapragnie poznać bliżej skarby przyrodnicze ziem polskich. Ten zaś, kto pozna swój obszar rodzinny przy pomocy muzeum prowincjonalnego i zapragnie ogarnąć swym wzrokiem przyrodę całej Polski, znajdzie jej obraz w muzeach centralnych, a ten, kto zechce głębiej przestudjować jakieś zagadnienie, znajdzie w nich odpowiednią pomoc i warsztat pracy. Prowincjonalne komitety i straże

ochrony przyrody pozostawać będą w najbliższej łączności z centralnymi komisjami, dostarczającymi im wskazówek i pomocy.

Pozwoliłem sobie nakreślić idealny obraz przyszłości, aby poinformować czytelnika, ku czemu w ogólnych zarysach musimy dążyć.

5. Obecnie jak już wspominaliśmy, istnieje w Polsce Państwowa Komisja Ochrony Przyrody, powołana do życia w roku 1919 jako organ centralny, działający przy Ministerstwie Wyznań Religijnych i Oświecenia Publicznego; jako organy dzielnicowe istnieją kuratorja: w Warszawie, Lwowie i Poznaniu oraz—delegatury Państwowej Komisji Ochrony Przyrody w szeregu miejscowości Rzplitej. Nadto zwoływane są ogólne konferencje w sprawie ochrony przyrody polskiej. (Pierwsza taka konferencja odbyła się w Poznaniu w r. 1923) ¹⁾.

Jesteśmy tedy na dobrej drodze. Najważniejszym jednak w sprawie ochrony przyrody jest stosunek do niej całego społeczeństwa. Kształtować ten stosunek (dziś naogół obojętny lub wrogi), podnosić poziom uświadczenia w tej dziedzinie, a przez to zbliżać nas pod tym względem do społeczeństw zachodnio-europejskich, jest obowiązkiem wszystkich rozumiejących cel i znaczenie ochrony przyrody.

Nauka, będąc wykwitem ducha oddzielnych narodów, jest w swym dorobku ogólnoludzka. Stąd dokumenty naukowe interesują uczonych całego świata i niepokój o ich zachowanie w oddzielnych krajach budzi się coraz silniej. Ludzkość, jako organizm zbiorowy, poczyną coraz bardziej interesować się stanem ochrony przyrody w oddzielnych krajach. Stan ten wywołał potrzebę kongresów międzynarodowych, poświęconych tej idei. Pierwszy kongres międzynarodowy, poświęcony ochronie przyrody, jej krajobrazów i pomników odbył się w Paryżu w r. 1923.

Należy pamiętać, że jeżeli my nie będziemy umieli zaopiekować się naszymi pomnikami przyrody, wejrzą w tę sprawę obcy.

6. Pragnący zaznajomić się z tem, co w zakresie ochrony przyrody dzieje się u nas i u obcych, znajdą szereg artykułów

¹⁾ Odbyty w styczniu w r. 1924 w Krakowie Zjazd Fizjografów Polskich zajmował się również obszernie sprawami ochrony przyrody.

i materiałów w wydawnictwie: *Ochrona Przyrody*, organie Państwowej Komisji Ochrony Przyrody, wydawanym od r. 1920. Dotychczas ukazały się cztery zeszyty. Tamże czytelnik znajdzie wiadomości o wydawnictwach polskich i obcych, ochronie przyrody poświęconych.

Wydawnictw tego rodzaju i artykułów rozproszonych w czasopiśmie istnieje cały szereg¹⁾. Dotyczą one jednak albo — treści ogólnej idei ochrony przyrody, albo też — zagadnień związanych przeważnie z ochroną pewnych roślin i zwierząt, wreszcie — z ochroną krajobrazów. Temat, któremu poświęciliśmy niniejszy artykuł, był uwzględniany dotychczas raczej tylko przygodnie lub fragmentarycznie. Studjów i opracowań bardziej wyczerpujących w tym zakresie wskazać nie możemy.

¹⁾ Na szczególną uwagę zasługują pierwsze tematowi temu poświęcone prace: M. Racińskiego („Zabytki przyrody” — Ateneum Polskie, Lwów — 1900). J. G. Pawlikowskiego („Kultura i Natura” — „Lamus” tom IV, Lwów — Warszawa, a także oddzielna odbitka) i K. Kulwiecia („Osobliwości i zabytki przyrody oraz ich ochrona”. Wyd. Polsk. Tow. Krajozn. Warszawsk.). Osobom pragnącym zająć się specjalnie omawianiami zagadnieniami radzimy zapoznać się z treścią roczników czasopism poświęconych badaniu przyrody ojczystej, a w szczególności „Ziemi”.

HISTORJA NAUK MINERALOGICZNYCH.

opracował

STEFAN KREUTZ.

Treść: I. Wstęp: § 1. Przedmiot i zadania historii mineralogji. § 2. Znaczenie historii mineralogji dla wykształcenia ogólnego. § 3. Zarys historyczny rozwoju mineralogji w różnych czasach w zależności od stanu kulturalnego i politycznego rozważanego społeczeństwa. § 4. Przygotowanie potrzebne do studjowania i zajmowania się historją mineralogji. II. Bibliografia. 1. Prace i podręczniki omawiające historję mineralogji z punktu widzenia specjalisty mineraloga: a) prace polskie; b) dzieła i prace w językach obcych. 2. Zarysy historii mineralogji, stanowiące część dzieł treści ogólniejszej. 3. Sprawozdania z literatury bieżącej. Biografie mineralogów. 4. Historje katedr i zbiorów mineralogicznych.

I. Wstęp.

§ 1. PRZEDMIOT I ZADANIA HISTORJI MINERALOGJI.

1. Artykuły poprzednie tomu niniejszego wyjaśniają szczegółowo, że mineralogja zajmuje się nie tylko systematycznym opisem geometrycznych, fizycznych i chemicznych własności minerałów, ale także zagadnieniami natury ogólniejszej, jak powstawanie minerałów i ich przeobrażanie się.

Używając w wielu przypadkach doświadczenia, dążymy do poznania warunków, w których się wytwarza dany minerał, oraz do wykrycia praw, wyrażających zależność formy i innych własności minerału od stosunków zewnętrznych. Odpowiednia zmiana stosunków zewnętrznych może spowodować, że rozważany minerał jako taki przestaje istnieć, przechodząc w minerał nowy o tym samym co poprzednio, lub zmienionym składzie chemicznym.

Zdarza się, że minerał podlega przemianom, tworzącym zamknięty cykl, t. j. regeneruje się po odbyciu szeregu przemian w ciała od siebie odmienne stałe, ciekłe lub gazowe¹⁾. Jako przykłady można tu przytoczyć: apatyt, różne związki żelaza, skalenie, węgiel²⁾.

Z powyższych uwag wynika, że minerały nie są tak martwe i niezmiennie, za jakie je ogół często uważa, i że mają swoją historję, której odczytywanie nastęrcza duże nieraz trudności i zwolna tylko postępuje. Odpowiednio do tego przedmiotem historii mineralogji jest nietylko kronikarsko przedstawiony opis warunków, w których poszczególne minerały były wykrywane, i przedstawianie stopniowego poznawania ich własności, ale także ustalanie poglądów różnych społeczeństw i wieków na ich genezę, późniejsze stadja rozwoju i przeobrażanie się, czyli ich późniejszą historję. Należy tu zatem badanie postępu myśli ludzkiej, która w różnych czasach tworzyła różne hipotezy celem koordynowania poszczególnych faktów w omawianym zakresie i przedstawiania następujących po sobie stanów rozważanej substancji mineralnej jako wyniku pewnych ogólniejszych prawidłowości.

2. Powody zajmowania się historją mineralogji mogą być oczywiście bardzo różnorodne, najczęściej jednak, jak sądzimy, studjowanie historii mineralogji może kogoś pociągać z powodów, omówionych w jednym z czterech poniżej wymienionych punktów.

a) Studjujący stara się poznać historję mineralogji w tej myśli, że osiągnie dzięki temu dokładniejszą znajomość samych minerałów oraz w nadziei, że studjowanie to pozwoli na wysnućie praw ogólniejszych, wyrażających przebieg zjawisk, odbywających się w świecie minerałów.

¹⁾ Zwykła definicja minerału nie zawiera żadnego warunku, odnoszącego się do stanu skupienia ciała.

²⁾ De Launay (La Conquête minérale, Paryż 1908, str. 12) zwraca uwagę na możliwość kolejnego przechodzenia pierwiastków: węgla, azotu, fosforu, żelaza z ciał mineralnych w organizmy żyjące i znowu w te same związki mineralne z powrotem. Dotyczy to oczywiście także całego szeregu innych pierwiastków.

Teoretycznie rzecz biorąc, znajomość historii mineralogii nie jest warunkiem koniecznym do zapoznania się z mineralogią, praktyka przekonywa jednak, że ułatwia ona naukę, a nadto okazuje się, że studjowanie dawniejszych opisów i spostrzeżeń bywa nieraz podniętą do nowych spostrzeżeń i odkryć. Już proste powtórzenie dawniejszych doświadczeń przyrządami udoskonalonymi daje często nowe wyniki, a wiele dobrych pomysłów dawniejszych pracowników nie było należycie wyzyskanych z powodu niższego poprzednio stanu innych nauk, braku odpowiednich środków i t. d.

b) Znajomość historycznego rozwoju poszczególnych nauk ułatwia nieraz uczącemu wprowadzenie młodszych adeptów w daną naukę, dostarczając mu wskazówek natury metodycznej. Rozwój rozważanej nauki odbywa się w pewien oznaczony sposób zwykle nie (a przynajmniej nietylko) dzięki przypadkowemu zbiegowi okoliczności, ale z powodu przyczyn głębszych, tkwiących po części w budowie umysłu ludzkiego, po części zaś w samym przedmiocie. Dokładne zbadanie historii danej nauki pozwala nauczycielowi odróżnić te powody rzeczowe od pierwiastków przypadkowych i wyzyskać je do uczynienia nauki bardziej przystępną dla umysłów młodocianych.

c) Historia mineralogii omawia nietylko postęp istotny wiedzy, ale notuje i wyjaśnia także błędy badaczy i zboczenia myśli ludzkiej.

Studjowanie błędów, popełnionych przez poprzedników we wnioskowaniu czy też obserwacji, jest często rzeczą pouczającą i praktycznie ważną.

d) Stan danej nauki w pewnym społeczeństwie w oznaczonej chwili jest zwykle odzwierciedleniem stanu tego społeczeństwa, gdyż nauka jest wytworem społeczeństwa zwykle charakterystycznym dla rozważanej epoki.

Cel, omówiony w punkcie a), będzie rozstrzygający dla przyrodnika, a w szczególności dla mineraloga; powód omówiony jako drugi, ważny jest dla nauczyciela. Punkt c) może zachęcić do zajęcia się historją mineralogii każdego myślącego badacza jakiegokolwiek dziedziny, a z powodu, wymienionego w punkcie d) może zająć się historją mineralogii historyk

kultury, nie mający nawet specjalnego zamiłowania do nauk przyrodniczych. Oczywiście jest rzeczą, że każda z wyżej wymienionych kategorii studujących historję mineralogji będzie zwracać na co innego główną uwagę.

§ 2. ZNACZENIE HISTORJI MINERALOGJI DLA WYKSZTAŁCENIA OGÓLNEGO.

1. Zajmiemy się teraz pytaniem, czy studjowanie historji mineralogji może mieć znaczenie dla wykształcenia ogólnego. Zanim wypowiemy nasze zapatrywanie w tej sprawie, pozwolimy sobie zwrócić uwagę czytelnika na kilka faktów.

Z minerałami spotykamy się co krok w przyrodzie; chodząc po ziemi czy „glebie“, stąpamy po minerałach, skorupa ziemska składa się z minerałów.

Gdyby nawet ktoś, chcąc uciec od przyrody, zamknął się w murach miasta, to od minerałów uciec mu trudno. „Kamienie“ znajdują się w murach, tworzą bruki ulic, a cegła, cement i zaprawa murarska, dalej metale i t. d., są to zbiorowiska minerałów odpowiednio (celowo) przeobrażonych, lub też materiały, wydobyte z minerałów.

2. Wszystkie otaczające nas ciała składają się z pierwiastków chemicznych, których historja wchodzi oczywiście w zakres wykształcenia ogólnego. Historja tych pierwiastków wskaże zaś prawie zawsze jako pierwotne ich źródło jakiś minerał (stały, ciekły lub gazowy), i w ten sposób pierwszy okres historji pierwiastków chemicznych wiąże się z historją jakiegoś minerału. Stąd też bardzo często odkrycie jakiegoś nowego pierwiastka chemicznego łączy się z wykryciem nowego minerału lub też z dokładniejszym zbadaniem minerałów niedokładnie przedtem poznanych.

Tak np. analiza gadolinitu z pegmatytów skandynawskich doprowadziła w r. 1796 do wykrycia itru (*Y*), a następne analizy tego minerału, wykonywane w różnych odstępach czasu, dały kolejno nowe pierwiastki: terb, erb, iterb, holm, a wreszcie w r. 1879 skand.

Badanie systematyczne blendy uranowej, a zwłaszcza jej własności promieniotwórczej, dało cały szereg ciał aktywnych,

a w szczególności rad (małżonkowie Curie 1898). Uran wykryto w tejże blendzie już w r. 1789 i wydzielono naprzód jako tlenek UO_3 (Klaproth).

W pięknych ośmiościanach kleweitu znaleziono hel (Ramsay 1895).

Długi szereg pierwiastków wykryto z końcem XVIII w., gdy zastosowano metody chemiczne do badania minerałów i gdy wytworzył się typ mineralogów-chemików, jak L. N. Vauquelin, A. Cronstedt, T. Bergman, J. Berzelius, K. W. Scheele, M. H. Klaproth i inni.

Odkryto wtedy wolfram, bar i stront, wydzielone narazie jako tlenki, ten ostatni w mineralu uważanym pierwotnie za węglan baru, molibden w molibdenicie uważanym poprzednio za grafit, dalej uran, beryl (w berylu), tytan (w rutyli), tellur, tantal, pallad, lantan, chrom (1797, w krokoicie), ruten. Pierwiastek wanad odkryto najpierw w r. 1801 w mineralu, nazwanym później wanadynitem; pierwiastek ten utożsamiono później, niesłusznie, z chromem, i sam odkrywca zgodził się z tym poglądem; dopiero w r. 1830 wyodrębniono ten sam pierwiastek z żelaza wytopionego z kruszcu pochodzącego z Tabergu.

Wiele pierwiastków znano już w wiekach średnich, a nawet w starożytności zamierzchłej, zwłaszcza te, które występują w przyrodzie niezwiązane chemicznie z innymi, t. j. jako „rodzime“ (złoto, siarka), lub też dają się stosunkowo łatwo wydzielić z pewnych związków, występujących jako minerały pospolite (np. miedź z malachitu i chalkopiryty, cyna z kasyteryty).

3. Dzięki minerałom można było też zrobić wiele ważnych odkryć z różnych gałęzi fizyki. Wystarczy przypomnieć własność magnetytu przyciągania opiłków żelaznych, wspomnianą już przez Thalesa z Miletu (około r. 585 przed Chr.), która dała początek nauce o magnetyzmie, dalej wykrycie podwójnego załamania światła w kryształach kalcytu (É. Bartholinus, 1669; Chr. Huyghens 1690), odkrycie epokowe dla rozwoju tak doniosłej dla życia i rozwoju ludzkości optyki, a wreszcie, z czasów najnowszych, odkrycie i zbadanie dyfrakcji promieni Roentgena w kryształach najpierw sztucznego wprawdzie chalkantytu, następnie jednak naturalnej blendy cynkowej, galeny i długiego

szeregu innych minerałów. Należy też zauważyć, że mineralogia ma znaczenie nie tylko dla innych nauk przyrodniczych, lecz nawiązuje też szereg zagadnień natury bardziej filozoficznej (np. kołowe przemiany związków, wiązanie wody w minerałach i przypuszczalny skutek tego kres życia organicznego na ziemi i t. d.).

4. Wspomnijmy wreszcie specjalną rolę, jaką znajomość mineralogii ma dla rozwoju ekonomicznego społeczeństwa dzięki wchodzącym w zakres jej badań minerałom użytecznym (węgiel, sól, nafta, kruszce, kamienie budowlane i t. d.). Powołać się tu możemy na przykład klasyczny, jaki nam daje historia rzeczpospolitej chilijskiej w ubiegłym stuleciu.

Kraj ten, zaniedbany pod każdym względem, kulturalnie zacofany i ubogi, stał się w przeciągu lat kilkudziesięciu krajem zamożnym, o żywym ruchu umysłowym. Zawdzięcza to w znacznej mierze mineralogowi Ignacemu Domeyce, który, wezwany na katedrę organizującego się w St. Jago uniwersytetu, nauczył swych nowych współobywateli korzystać z nieznanych przedtem bogactw przyrodzonych kraju i uwolnił od przygnębiającej ich zupełnej ekonomicznej zależności od zagranicy. Domeyko rozwijał tę swą działalność w dwu kierunkach: przez niestrudzoną własną pracę naukowo-badawczą, której zawdzięcza swe imię w wszechświatowej nauce jako mineralog, z drugiej strony przez organizację oświaty (czem miał sposobność zajmować się jako długoletni rektor chilijskiej wszechszkoły) i przez kształcenie przyrodnicze i górnicze swiatłych obywateli.

Zasługi Domeyki, o których tu wspominamy, zostały w pełni ocenione przez społeczeństwo i rząd młodej rzeczpospolitej.

5. Wszystkie punkty, pokolei w rozdziale niniejszym wymienione, zdają się przemawiać za tem, że znajomość główniejszych etapów historii mineralogii może być dla wykształcenia ogólnego rzeczą wysoce użyteczną.

§ 3. ZARYS HISTORYCZNY ROZWOJU MINERALOGII W RÓŻNYCH CZASACH W ZALEŻNOŚCI OD STANU KULTURALNEGO I POLITYCZNEGO ROZWAŻANEGO SPOŁECZEŃSTWA.

1. Wobec ścisłości więzów, łączących człowieka ze światem mineralnym, jest rzeczą zrozumiałą, że początków minera-

logji szukać trzeba w zamierzchłej przeszłości, a historia mineralogji sięga w swych rozważaniach nawet do epok poprzedzających stwierdzone pisanymi dokumentami dzieje ludzkości. Jeśli prawdą jest, że prawie każde społeczeństwo przeżywa swą epokę kamienną, a następnie, pokolei, szereg epok metalowych w różnych geograficznie punktach w tym samym po sobie następującym porządku (złota, miedziana, brązowa, żelazna), to wiązać to można ze stopniowym rozwojem prymitywnie oczywiście i utylitarnie pojmowanej mineralogji. W pierwszym stadium rozwoju swej kultury człowiek nauczył się odróżniać pewne kamienie, jak krzemień lub nefryt, nadające się do walki lub do wyrobu najpotrzebniejszych narzędzi. Dopiero ze wzrostem kultury weszły w użycie metale kowalne, naprzód złoto i srebro, potem miedź i zapewne antymon, później, po odkryciu cyny, bronz, wreszcie żelazo. Złoto znalazł i zastosował człowiek najpierw jako rodzime złoto metaliczne; odkrycie tego metalu nie nastęczało większych trudności. Odkrycie cyny wymagało już szczególniejszego zbiegu okoliczności: redukcji kasyterytu (SnO_2) przez żarzący się węgiel drzewny. Rozpoznawanie i wyszukiwanie tego dość rzadkiego minerału, nie okazującego wcale własności metalu (np. połysku metalicznego), wymagało już dość silnie rozwiniętego zmysłu obserwacyjnego. Fakt, że epoka brązowa poprzedza epokę żelazną, pomimo znacznie większego rozpowszechnienia w przyrodzie rud żelaza niż cyny i miedzi, nie może być też dziełem przypadku i tłumaczy się tem, że o wiele łatwiej jest wyredukować miedź lub cynę niż żelazo z tlenków wymienionych metali. Nauczył się też tego człowiek dopiero na wyższym szczeblu kultury.

Początki mineralogji sprzęgają się zatem z początkiem górnictwa, z którem mineralogja zostaje do dzisiejszej chwili w ścisłym związku, z którego też wzięła swą nazwę (mina—sztoła).

2. Pierwsze pisane¹⁾ wiadomości o minerałach znajdujemy w starym egipskim papirusie z XVI wieku przed Chr., traktującym

¹⁾ Daty i szczegóły historyczne czerpiemy z literatury podanej na końcu (Biblijografia str. 621 i nast.), zwłaszcza z rozprawy K. Mieleitnera i książki F. Kobella.

o medycynie, który omawia też minerały mające zastosowanie w lecznictwie. Znany był wtedy już malachit, hematyt, antymonit (z którego robiono środki kosmetyczne, służące do podkrążania oczu), sól kamienna, siarka, soda (z jezior egipskich), kwarczec, lazuryt. Znano też złoto, srebro i kruszce miedzi, ołowiu, cyny i żelaza.

W Egipcie i u ludów wschodnich mineralogja powstaje z pobudek praktycznych, idzie bowiem o poznanie minerałów użytecznych, albo cenionych do celów zdobniczych. Ten czysto utylitarny charakter mineralogja traci dopiero u Greków, których umysł wykształcony w filozofji przywykł do ogólniejszego sposobu ujmowania rzeczy. Niestety jednak Grecy często zbyt małą zwracali uwagę na doświadczalną stronę przedmiotu; zagłębiali się w dociekaniach i rozumowaniach nieraz bardzo bystrych, które, nie kierowane i nie uzupełniane spostrzeżeniem i doświadczeniem, nie mogły być płodne.

Szereg nazw minerałów pochodzi z czasów Homera, z tych niektóre do dziś utrzymały się w mineralogji (opal, jaspis, topaz, agat, obsydjan, gagat, magnetyt). Rozmyślenia nad powstawaniem minerałów zajmowały Thalesa z Miletu (około r. 585 przed Chr.), który mówi już także o własności magnetytu przyciągania okruchów żelaza. Mineralami, ich podziałem i genezą, zajmował się szczegółowo Arystoteles, jego zapatrywania odbijają się w pismach jego ucznia Teofrasta (371—300 przed Chr.), z pośród którego licznych dzieł zachował się traktat „O kamieniach”. (Traktat „O metalach” tegoż autora zaginął). Oryginalne poglądy teoretyczne arystotelesowskie na genezę minerałów oraz ich podział przedstawiają się nam dziś tylko w pierwszej chwili jako naiwne, dają się jednak—przynajmniej w części—interpretować w myśl nowoczesnych zapatrywań jako zupełnie rozsądne.

Traktat „O kamieniach” omawia pokolei długi szereg minerałów, ich własności oraz miejsca i sposób występowania, a przytoczone dane są przeważnie rzeczowe i ściśle.—Fragment ten uchodzi za streszczenie większego dzieła, mineralogji, wykładanej przez Arystotelesa, a później przez Teofrasta. Jest to najważniejszy dla historii mineralogji zabytek starożytności.

3. Z innego, mniej naukowego, a bardziej praktycznego punktu widzenia patrzano na minerały w praktycznym, szukającym bezpośredniej korzyści Rzymie. O ile sądzić można z wiadomości o minerałach, przekazanych nam przez Plinjusza, który zginął podczas wybuchu Wezuwiusza (w r. 79 po Chr.), autora wielkiego dzieła kompilacyjnego: „*Historia naturalis*“, to oparta na rozumowaniu strona mineralogji była tu prawie nieznaną, bardzo natomiast obszerna strona opisowa uwzględniała przede wszystkim punkt widzenia praktyczny. Wynik jest ten, że niesystematyczne opisy licznych minerałów w dziele Plinjusza, które odzwierciedlają, zdaje się, ówczesny stan wiedzy mineralogicznej w Rzymie, nie mają prawie wartości i trudno nawet czasem dojść, do którego minerału się odnoszą.

Niezbyt liczne, coprawda, pozytywne wyniki na polu mineralogji w starożytności trzeba więc przypisać Grekom: poznanie (jakościowe) własności fizycznych szeregu minerałów, przede wszystkim rzucających się w oczy: barwy, twardości, „ciężaru“, łupliwości, zachowania się minerałów w ogniu. Forma kryształów odgrywała tu małą stosunkowo rolę, chociaż zapewne ona to pobudziła do rozważań teoretycznych nad typami umiarowych wielościanów.

4. Następuje teraz długi, przeszło półtora tysiąca lat trwający okres zastoju w mineralogji w całej Europie. Wiedza, zwana „*mineralogją*“, uczonych tego okresu ograniczała się do znajomości pism i wyobrażeń starożytnej Grecji i Rzymu odnoszących się do minerałów. Obserwacja bezpośrednia i doświadczenia były, jak się zdaje, w tym czasie rzeczą zupełnie nieznaną. Nadmiar złego nadawano poglądom filozofów greckich interpretację nieodpowiadającą istocie ich ducha. Nawet pracownie alchemików, do których schroniła się mineralogja, nie odegrały roli znacniejszej, co jest rzeczą zrozumiałą, gdyż przed mineralogją fizyczną i chemiczną musiały się najpierw ustalić nowe podstawy chemji.

Górnictwo rozwijało się wprawdzie i już w VI stuleciu po Chr. kwitło w krajach czeskich i morawskich, uprawiane przez Słowian i Wendów, stopniowo rozszerzając się na sąsiednie kraje niemieckie; nieodzownie z górnictwem związana praktyczna znajomość mineralogji była jednak widocznie przekazywana tylko ustnie i nie odbijała się w literaturze. Stosunkowo najbardziej

wybił się w tych czasach w zakresie omawianym t. zw. *Albertus Magnus* (1193—1280), który napisał „pięć ksiąg o minerałach“ (*Libri V de mineralibus*).

W tymże czasie działający *Roger Bacon* dał kilka ciekawych spostrzeżeń, wchodzących w zakres mineralogji.

5. Rzecz ciekawa, że w tej epoce średniowiecza, w czasie zaniedbania kultury przyrodniczej w ogólności w krajach o kulturze zachodniej, mineralogja rozwinęła się w zadziwiający sposób u ludów mahometańskich, zwłaszcza u Arabów i Persów. Píše tu i pracuje w dziale mineralogicznym szereg autorów. *Abul Rihan Albiruni* (973—1048), znakomity arabski uczony pochodzący z Indyj, pierwszy oznacza ciężar właściwy szeregu minerałów z dokładnością znaczną zapomocą piknometru. Wyniki jego oznaczeń mało co różnią się od dokładnych danych dzisiejszych. Jeszcze dokładniejsze wyniki od poprzedniego osiągnął w piknometrycznych oznaczeniach uczony *Alkhażini* (1137); dość przytoczyć oznaczony przez niego ciężar właściwy rtęci 13.56, aby dać wyobrażenie o dokładności jego oznaczeń. Największy wpływ miał jednakże lekarz *Ibn Sina*, znany w Europie pod nazwą *Avicenny* (930—1037), który pisze o genezie minerałów, mówi o meteorytach i daje podział minerałów na cztery wielkie grupy według ich własności: na t. zw. kamienie, kruszce (łatwo topliwe), minerały palne i sole w wodzie rozpuszczalne. Jest to w każdym razie ważny krok naprzód w systematyce minerałów w porównaniu z systematyką z czasów arystotelesowskich. Arabska kultura nie rozwinęła się jednak tak, jak to się zdawało zapowiadać i była krótkotrwałą; były to widocznie próby wyzwolenia nauki i umysłowości od ciężącego nad Wschodem religijno-fatalistycznego punktu widzenia, na którego rozwój samodzielnych badań był zbyt krępowany.

W każdym razie zagadnienie rozkwitu mineralogji na Wschodzie w epoce omawianej zasługuje na dokładne zbadanie i stanowi jeden z ciekawych problematów historii mineralogji. Mineralogiczne pojęcia i pisma autorów arabskich rozchodziły się szeroko w świecie mahometańskim, a później, w tłumaczeniu łacińskim, wnikały wraz z dziełami alchemistycznymi i medycznymi w społeczeństwa zachodnie.

6. W jednostajnej martwocie średniowiecza wyłom uczynił w mineralogji nie filozof i uczonec — lecz prosty lekarz okręgu górniczego z Jachimowa i Kamienicy, który bezpośrednio stykając się z przyrodą opisał minerały, tak jak je widział oraz posegregował je na podstawie cech zewnętrznych, łatwo wpadających w oczy. Przełomowem tem dziełem jest książka Jerzego Agricoli (Bauera): *De natura fossilium* 1546. Książka Agricoli stanowi początek tego sposobu ujmowania mineralogji, którego klasycznym wyrazem były w 200 przeszło lat później wykłady profesora frejberskiej szkoły górniczej — *Abrahama Gottloba Wernera*.

7. W czasie między wydaniem książki Agricoli, a działalnością Wernera nastąpił jednak znaczny rozwój przyrodniczych nauk podstawowych. Wstąpiono już na żmudną lecz owocną drogę badania indukcyjnego i przyzwyczajono się do opierania się na spostrzeżeniu i doświadczeniu.

Utrwaliła się także już zasada, że nauki przyrodnicze nie są jedynie środkami pomocniczymi umiejętności praktycznych, lecz są naukami samodzielnymi wskazującymi drogi do poznania „prawdy”. W mineralogji oznaczało to wyłamanie się tej nauki z zależności od medycyny i górnictwa, którym nauka ta była poprzednio podporządkowywana.

Cały szereg uczonych zajmuje się formą kryształów i ich własnościami fizycznymi. O kryształach śniegu pisze *Kepler* (*De nive sexangulari* 1619), różne formy kryształów z cząsteczek elementarnych buduje *D. Guglielmini* (1688), który zwraca szczególną uwagę na łupliwość różnych ciał krystalicznych.

E. Bartholinus wykrywa (1669) podwójne załamywanie światła w kryształach kalcytu, zjawisko, którem szczegółowo zajmuje się *Chr. Huyghens* (1690), ustalając prawa rozchodzenia się światła w kryształach tego ciała. Własności fizyczne tego ciała wiąże on z geometrycznymi (z formą kryształów) zapomocą oryginalnej teorii ustroju kalcytu. Zachęcony przez *Huyghensa* *Q. Leevenhoek* studjuje kryształy i inne własności gipsu zapomocą mikroskopu (1695).

Własności minerałów szlachetnych bada *Robert Boyle*. Stwierdza on, że dwunastościenne kryształy granatu różnią się

od dwunastościanów umiarowych, że są to dwunastościany „rombowe“, t. j. ściany ich są rombami a nie pięciokątami; obserwuje wydzielające się ze stopu kryształy bizmutu, oznacza szereg własności fizycznych różnych ciał mineralnych, w szczególności ich ciężar właściwy.

Podstawowe dla znajomości kryształów prawo „stałości kątów“ wykrywa duńczyk Mikołaj Steno (De solido intra solidum naturaliter contento, 1669), jako wynik obserwacji szeregu różnie wykształconych kryształów kwarcu.

Następny fakt ważny, to dzieła Romé Deslisle'a: Essai de Cristallographie (1772) i tegoż systematyczna kryształografia ciał mineralnych (Cristallographie 1783), a wreszcie—jako początek nowej ery dla kryształografji — prace i pisma René Just Haüy'ego (1743—1822). W „Essai d'une théorie sur la structure des cristaux“ (1784) daje Haüy teorię ustroju kryształów opartą na łupliwości i rozpoznaje związki, którym podlegają płaszczyzny ograniczające ściany kryształów tej samej substancji.

Od chwili ukazania się prac Haüy'ego można mówić o kryształografji jako o odrębnej, samodzielnej nauce, która idzie dalej już własnymi torami.

8. Obok kierunku kryształograficznego dostrzegamy w mineralogji drugi kierunek, niemniej ważny: chemiczny. Jest rzeczą zrozumiałą, że istotny rozwój mineralogji mógł się rozpocząć dopiero z chwilą poznania faktu, że minerały są to oznaczone związki chemiczne. Można nawet powiedzieć, że prace i odkrycia Haüy'ego były dopiero umożliwiające przez postępek w znajomości minerałów pod względem chemicznym. Mineralogja sprzęgła się z chemją w sposób tak ścisły, że w wielu szkołach wyższych wykłady obu przedmiotów tym samym powierzano osobom.

Bezpośredni związek z mineralogją miała najpierw grupa chemików-mineralogów szwedzkich: K. W. Scheele (1742-1786) T. Bergman, A. Cronstedt, G. Engeström, J. G. Gahn.

Scheele odkrył kwas molibdenowy i wolframowy, mangan, chlor, fluorowódór i, niezależnie od J. Priestley'ego, tlen.

Cronstedt wprowadził do mineralogji dmuchawkę.

Bergman napisał między innymi książeczkę „Sciagraphia regni mineralis“ (1782), dającą systematykę chemiczną. Taki

system chemiczny podziału minerałów (systematykę) opracował i ogłosił (1815) na podstawie zachowania się elektrochemicznego pierwiastków słynny J. Berzelius (1779—1848). Wprowadzenie naukowej systematyki przez Berzeliusza przyczyniło się nadzwyczajnie do postępu mineralogii.

Do najzasłużeńszych uczonych na polu mineralogii chemicznej należą: we Francji L. N. Vauquelin (1763—1829) (który wykrył chrom i tlenek berylu), a w Niemczech M. H. Klaproth (1743—1817), odkrywca uranu, tytanu, ceru i tlenków cyrkonu i strontu. Obok działalności wyżej wspomnianych chemików wybija się na pierwszy plan działalność Eilharda Mitscherlicha (1794—1863), który poświęcał jednak mniej uwagi minerałom, a interesował się związkiem między składem chemicznym a formą kryształu.

Jako odkrywca izomorfizmu i polimorfizmu może on być uważany za twórcę krytalografii chemicznej.

9. Oprócz kierunku chemiczno-analitycznego w mineralogii rozwijał się też dział opisowy i systematyka oparta na cechach zewnętrznych, jak barwa, twardość, łupliwość i t. d.

Wspomniany wyżej A. G. Werner (1750—1817) wywarł wpływ ogromny i długotrwały na rozwój systematyki i mineralogii opisowej, w mniejszym stopniu przez publikacje, przeważnie zaś przez swe wykłady, ściągające do frejberskiej szkoły górniczej uczniów z odległych krajów, i przez pisma tych uczniów, ogłaszane w różnych językach. (W Polsce działali w tym duchu: uczeń i przyjaciel Wernera Roman Symonowicz, Feliks Drzewiński, M. Bogatko i inni). Czasy Wernerowskie były przełomem dla nauk geognostycznych, co znajduje swój wyraz nawet w przedmiocie i zmianie tytułu wykładów tego profesora, który nietyle tworzył, ile popularyzował i odzwierciedlał ówczesny stan nauki. Rozpoczynając swą działalność nauczycielską wykladał on mineralogię i górnictwo (jako jeden przedmiot), wkrótce jednak oddziela od siebie te przedmioty. Następnie wydziela w swych wykładach z mineralogii „geognozję“, będącą w znacznej części nauką o złożach mineralnych, wiążącą się ściśle z dzisiejszą petrografią. Od r. 1785 wykladał ją osobno. Widać z tego, jak szybko postępowała specjalizacja nauki.

10. Pogląd Wernera o pochodzeniu osadowem (wodnem) przeważnej części skał wywołał długoletni i gorący spór t. zw. plutonistów, przypisujących ognistopłynnej magmie znaczną rolę skałotwórczą, z neptunistami, zwolennikami Wernera. Rozstrzygnięcie sporu dać mogła tylko dokładna obserwacja i zbadanie skał; wyrabiała się w ten sposób petrografia. Najwięcej stosunkowo rozpraw w sporze o genezę skał skorupy ziemskiej wywołała kwestja pochodzenia bazaltu, a następnie skał typu granitowego. Przez czas dłuższy nie było prawie żadnego petrografa - geologa, któryby nie zabierał głosu w tej kwestji. We Francji działał wtedy Deodat G. Dolomieu (1750—1801)¹⁾, jako jeden z najwybitniejszych mineralogów, zajmujący się wiele skałami wulkanicznymi. Wulkaniczną naturę bazaltu wykazywali między innymi Nic. Desmarest i Faujas de Saint Fond (1742—1819), który sprawę tę ostatecznie wyjaśnił.

Słynny geolog, szkot James Hutton (1726—1797) był plutonistą i jasno wykazywał różnice między skałami pochodzenia „ogniowego“, rozróżniając skały wylewne (wulkaniczne) i skały ziarniste, jak granit, które zastygły w głębi ziemi (skały głębinowe). Dodamy tu jeszcze szczegół, że Hutton dał podstawy teorii t. zw. regionalnego metamorfizmu, tłumaczącego szczególnie własności łupków krystalicznych. W związku z poglądami na genezę skał wykazał James Hall (1762—1831), wielki zwolennik poglądów Huttona, eksperymentami, że przez topienie skał krzemianowych można otrzymać ze stopu nie tylko szkliwo, lecz twory przynajmniej częściowo krystaliczne, podobne do skał występujących w przyrodzie. Był to fakt ważny, świadczący za poglądami Huttona. J. Hall może być uważany za twórcę petrografji eksperymentalnej.

Równocześnie wyrabiała się petrografia opisowa. Skały alpejskie opisuje profesor genewski H. B. de Saussure (1740—1799), znany geolog, zdobywca Mont Blanc'u (1787). Inny uczonego tego okresu, J. E. Guettard (1715—1786) opracowuje mapę mineralogiczną Francji i Anglii przy częściowem współpracownic-

¹⁾ Uczony ten zwrócił uwagę na odrębne własności skały (minerału), nazwanej później dolomitem.

twie Lavoisiera, — przedsięwzięcie zakrojone na dużą skalę. Gueitard stwierdził też wulkaniczną naturę stożków skalnych z prowincji Auvergne i odbył podróż naukową po Polsce, której wynikiem jest praca: *Mémoires sur la nature du terrain de la Pologne et les minéraux qu'il renferme* (w dwu częściach w: *Histoire de l'Académie Roy. des Sciences*, Paryż 1764, str. 234—257 i 293—336). Tenże autor pisał o Wieliczce i wydał wiele prac ściśle mineralogicznych.

R. J. Haüy daje krótko ujęty wykład petrografji na końcu tomu IV-go swego dzieła: *Traité de Minéralogie*, Paris 1801, na str. 414 — 512, jako rozdział „o agregatach substancji mineralnych“. We wstępie ogólnym mówi Haüy o pierwotnej płynności skorupy naszego globu, sprzeciwia się jednak poglądom przypisującym tę płynność działaniu ognia. Według Haüy'ego glob nasz był pierwotnie, przynajmniej do pewnej głębokości, w stanie „płynności wodnistej“, a krystalizacja różnych substancji odbywała się w łonie wód. Wydziela on przedewszystkiem utwory pierwotne „pierwszej formacji“ (skały ziarniste i pewne łupki) oraz utwory „drugiej formacji“. Skały dzieli więc na 1) skały pierwotne (granity, porfiry) i młodsze 2) drugiego rzędu: wapienie, margle i łupki, a wreszcie 3) skały złożone ze szczątków skał poprzednich. Osobno omawia utwory skalne pochodzenia wulkanicznego. Opisy poszczególnych skał wulkanicznych i osadowych są stosunkowo dokładne, do tego stopnia, że nawet jedna z najnowszych prac francuskich definicję eklogitu Haüy'ego przyjmuje za podstawową.

Opisową petrografją zajmują się dalej: A. Brongniart (1813), dający klasyfikację skał P. L. A. Cordier i C. C. Leonhard.

W dalszym swym rozwoju petrografja rozdziela się na dwa odrębne działy — na petrografję chemiczną i mikroskopową. Petrografja chemiczna opiera się na ilościowych analizach chemicznych skał, segreguje skały na podstawie różnic chemicznych i dochodzi na tej podstawie do szeregu poglądów teoretycznych, które doprowadziły do dzisiejszych zapatrywań na t. zw. dyfencjację magmy, na komagmatyzm skał i sprawę prowincyj petrograficznych. Jednym z pionierów był tu R. Bunsen, który na podstawie analiz islandzkich skał wulkanicznych wnioskuje

(1851) o istnieniu w Islandji dwu odmiennych ognisk magmatycznych, z których jedno dało magmę kwaśną (bogatą w krzemionkę), drugie zaś krańcowo różną skałę zasadową. Mieszanie się tych dwu typów dało, według niego, szereg typów skał pośrednich. Teoretyczne poglądy tego rodzaju kształtuje następnie i dostosowuje do wciąż nagromadzającego się materiału Harry Rosenbusch, znany w całym świecie profesor w Heidelbergu (1836—1914), bardzo zasłużony także przez wprowadzenie gruntownej klasyfikacji skał na podstawie chemicznej. — Drugi kierunek petrografji zwraca uwagę przedewszystkiem na oznaczanie mineralnych składników skały.

Tu, jak i w innych badaniach, duży wpływ wywiera rozwój różnych działów krystalografji, która spaja rozdzielające się coraz bardziej różne gałęzie mineralogji i odgrywa dużą rolę w petrografji. Mikroskop stosuje się do badania skał już dawno; badania takie prowadzi z powodzeniem np. francuski uczony Cordier (1815) celem rozpoznawania składników ciał rozartych na proszek i odpowiednio szlamowanych. Jednak dopiero poznanie własności optycznych kryształów pozwoliło na ścisłe oznaczanie minerałów (zwykle w płytkach cienkich) drogą optyczną i na stworzenie i opracowanie prawdziwej petrografji „mikroskopowej”.

Systematyczne badania mikroskopowe płytek cienkich skał i minerałów wprowadził do nauki Anglik Henry Clifton Sorby (1850). Metodę tę rozpowszechnił w środkowej Europie F. Zirkel (1863). Nowy, dotychczas niedostępny świat otworzył się przed badaczami. W r. 1870 Zirkel wykazuje np., że bazalty, czarne skały wybuchowe, które dla oka nieuzbrojonego przedstawiają jednostajną prawie czarną masę, można podzielić według ich składników mineralnych na bazalty skaleniowe, nefelinowe i leucytowe. Badania struktury skał zbitych i drobnoziarnistych stają się wykonalne. Po Zirku rolę przewodniczą obejmuje tu H. Rosenbusch.

We Francji pracują w petrografji niestrudzenie F. Fouqué i A. Michel-Lévy, tworząc metody oznaczeń mikroskopowo-optycznych, a także mikrochemicznych. Badania własności optycznych różnych skaleni i innych minerałów przeprowadza Des Cloizeaux, mnóstwo oznaczeń własności krystalograficzno-

optycznych minerałów i oryginalne teorie daje E. Mallard, genialny badacz mikrostruktury prawidłowych zrostów różnych ciał krystalicznych.

Między zwolennikami mikroskopowej i chemicznej metody badania skał istniał pewien antagonizm; przejściowy ten okres już minął i dziś panuje dążność do łączenia wszystkich metod, które okazały się użyteczne do badania minerałów i ich zbiorowisk. W tym kierunku pracują wszyscy nowsi petrografowie krajów kulturalnych. Wymienić tu należy znowu przedewszystkiem rozgłośną działalność H. Rosenbuscha.

W systematyce pracują w najnowszych czasach w sposób oryginalny Amerykanie, którzy mogli ponadto dzięki potężnym środkom (Instytut Carnegiego w Waszyngtonie) zorganizować badania geofizyczne na szeroką skalę. Wykonywa się tu prace eksperymentalne, celem poznania stanów równowagi ciał mineralnych w różnych warunkach, oraz badania syntetyczne.

Badania z zakresu syntezy minerałów i skał stanowią osobną grupę. Odtworzenia ciał, występujących w przyrodzie, udają się różnemi drogami, zgodnie ze spostrzeżeniem, że w przyrodzie ten sam związek wydziela się z gazów oraz powstaje z rozтворów wodnych i stopów ognistopłynnych. Liczne syntezy krzemianów wykonali uczeni francuscy, np. H. Sénarmont, A. Daubrée (1857, 1860); F. Fouqué i A. Michel-Lévy ogłosili w r. 1878 swe klasyczne badania nad syntezą skaleni i szeregu skał krzemianowych drogą ogniową. Z pracowników polskich wymienimy tu przedewszystkiem J. Morozewicza.

Działanie wody atmosferycznej na skały i minerały studjuje G. Bischof (1792—1870).

11. W ten sposób już z początkiem XIX stulecia mamy—oprócz krytalografji geometrycznej, fizycznej i chemicznej, stanowiącej w zasadzie naukę samodzielną, choć ściśle wiążącą się z mineralogją, — cały szereg specjalnych dyscyplin mineralogicznych. Proces różnicowania się trwa dalej przez cały ten wiek i do dzisiaj: powstaje obok mineralogji fizycznej mineralogja chemiczna, a później chemja fizyczna minerałów, mineralogja koloidów, powstaje nauka o genezie, paragenezie i przeobrażaniu się minerałów, petrografja skał magmatycznych i petrografja skał

osadowych, petrografia złóż solnych, geochemja. Ścisłe, na ilościowych oznaczaniach oparte, badanie minerałów metodami fizycznymi i chemicznymi staje się hasłem w mineralogji, wskutek czego przejściowo zaciera się jej charakter jako nauki geologicznej; mineralogja staje się jakby częścią chemji. Każdy z działów mineralogji podlega wciąż przeobrażeniom, wciąż nowe wyrabiają się metody. Tak np. mineralogja chemiczna w pierwszym swem stadium zajmowała się przedewszystkiem badaniem składu chemicznego minerałów i ustalaniem wzorów empirycznych przedstawianych przez nie związków chemicznych drogą rozbioru chemicznego. Gdy badania te znacznie już postąpiły i większość znanych minerałów była w ten sposób zbadana, minerałów zaś „nowych“ zaczynało braknąć, wysunął się na plan pierwszy nowy cel badania minerałów pod względem chemicznym: z końcem XIX wieku rozwijają się badania, których celem jest poznanie „konstytucji chemicznej“ i wzorów „strukturalnych“ związków mineralnych. Badania te są trudne, oparte nietylko na analizach, jak poprzednie, lecz i na badaniu przeobrażania się (reakcyj) ciał rozważanych pod wpływem różnych czynników fizycznych i chemicznych przy jak najszerszem stosowaniu doświadczenia. W ostatnich czasach roentgenografia kryształów stała się nowym, potężnym środkiem pomocniczym w tego rodzaju badaniach, pozwalając niekiedy na doświadczalne ustalenie sposobu ugrupowania się atomów w przestrzeni.

Obecnie stoimy więc, jak się zdaje, przed nową fazą rozwoju mineralogji. Czy jednak zastosowanie promieni Roentgena do badania ustroju kryształów, dokonane przez Lauego w r. 1912, wywrze wpływ na całą tę naukę tak wielki, jak ten, który wywarło wprowadzenie mikroskopu do badań mineralogicznych, przyszłość okaże.

12. Obok mineralogji i petrografji, zajmujących się składnikami skorupy ziemskiej, rozwija się nauka o ciałach pochodzenia kosmicznego — o meteorytach. Pomimo że od zamierzchłych czasów znane były wiadomości o kamieniach spadłych z „nieba“, pomimo dokumentów historycznych, stwierdzających fakty tego rodzaju na podstawie zeznań wielu świadków, uczeni zachowywali aż do początku XIX wieku nietylko niezbędną rezerwę, ale uważali kos-

miczne pochodzenie tych utworów za rzecz niemożliwą. Umacniało uczonych z końca XVIII wieku o tem zdaniu stwierdzenie, dokonane przez komisję złożoną z trzech członków paryskiej Akademji (jednym z nich był *Lavoisier*) faktu, że kamień, który 13 września 1768 r. miał spaść z „nieba“ w Lucé, dept. Sarthe we Francji, nie różni się zasadniczo substancjonalnie od kamieni pochodzenia ziemskiego. Spostrzeżenie to było zupełnie słuszne i bardzo ważne, niesłuszny był tylko wniosek, że i meteoryt z Lucé jest pochodzenia ziemskiego. O kosmicznem pochodzeniu meteorytów przekonała się zresztą wkrótce Akademia paryska¹⁾, gdy zaszły nowe przypadki spadnięcia „kamieni“ na ziemię, a *Poisson* (1803) wykazał teoretycznie możliwość kosmicznego pochodzenia tych gości. Dokładne oznaczenia składu chemicznego meteorytów stwierdziły później wielokrotnie, że ciała te substancjonalnie nie różnią się od ciał znanych na naszej planecie wśród skał ziemskich, skąd wniosek, że skład i natura tych ciał niebieskich, których częściami były meteoryty, nie są od składu naszej ziemi przynajmniej zasadniczo odmienne, zgodnie z wynikami analizy spektralnej.

Długotrwała opozycja kół uczonych przeciw przyjęciu „pozaziemskiego“ pochodzenia meteorytów — psychologicznie łatwo zrozumiała — wykazuje, jak niezbędnym jest daleko idący krytycyzm we wszystkich wnioskach i jak najtęższe nawet umysły błędzić mogą w swych sądach.

Klasyczną rozprawą w nauce o meteorytach jest praca *E. F. F. Chladni*'ego o pochodzeniu żelaza meteorytycznego *Pallasa* na Syberji (Lipsk 1794). Stwierdza on kosmiczne pochodzenie tej bryły i wypowiada poglądy na zjawiska, związane z meteorytami, zgodne w znacznej mierze z dzisiejszemi.

Oryginalna struktura meteorytów składających się przeważnie z żelaza z pewną zawartością niklu (drugi typ tych ciał zbliża się bardziej do naszych zasadowych skał krzemianowych) została w nowszych czasach wyjaśniona dość wiarygodnie. Potrzebne do tego trudne badania warunków równowagi ukła-

¹⁾ Raport decydujący w tej materji ostatecznie złożył Akademji *J. G. Biot*: *Mémoires de l'Inst. Nat. de France*, 1806, Vol. 7. Part. 1 Hist. str. 224.

dów: żelazo — węgiel i żelazo — nikiel wykonano przedewszystkiem z powodu ważności żelaza w technice.

13. Z pobieżnego nawet szkicu historii mineralogji przekonać się można, że w rozwoju nauk mineralogicznych różne narody brały udział.

Podkreślić można fakt, że matematycznie wyszkolony ośrodek, jaki oddawna tworzy społeczeństwo francuskie, wytworzył krystalografię teoretyczną, badania doświadczalne rozwinęły się zaś w czasach nowszych w Niemczech i w Anglii.

Dodamy uwagę, że stan polityczny, w którym żyje dane społeczeństwo, duży wywiera wpływ na rozwój nauki. Widzimy to w Polsce: epoka względnego liberalizmu rosyjskiego pozwoliła rozwinąć się szkole wileńskiej mineralogów, która pod powrotną falą ucisku musiała wyginąć.

W czasach kolejnego prześladowania w trzech zaborach mineralogja rozpoczynała bujniej rozkwitać w tych częściach kraju w których chwilowo wolniał ucisk najeźdźców; świadczy to o żywotności narodu. Równocześnie zjawiają się Polacy, wybitni nawet pracownicy w dziedzinach tu omawianych „na emigracji“, w różnych obcych krajach, a nawet w innych częściach świata.

Szczegółowe przedstawienie tych stosunków znajduje czytelnik poniżej w Materjałach do dziejów mineralogji w Polsce K. Koziorowskiego.

Pierwsze lata wolności nie wykazały silniejszego życia naukowego, którego szybkiego rozkwitu należałoby się było spodziewać we własnem państwie. Częściowo winien jest temu brak środków, spowodowany stosunkami wojennymi. Znaczną część sił pracowników naukowych zużywa też niezbędna dziś praca pedagogiczno-organizacyjna.

Nie może jednak nie zastanawiać fakt, że liczba podręczników mineralogji, wydana na całym obszarze ziem polskich, jest bardzo mała i to nietylko w stosunku do innych społeczeństw oświeconych, ale nawet do liczby wydawanych dawniej w cięższych niewątpliwie dla nas latach poprzednich. W latach 1816—1827 wydano u nas dziesięć podręczników mineralogji (znaczną ich część wyszła w Wilnie), wszystkie pod wpływem najnowszej wówczas szkoły Wernera. W latach 1860—1880, wydano podręczni-

ków dziewięć; wśród nich dwa bardzo poważne, prawdziwie uniwersyteckie (L. Zejsznera i A. Altha)¹⁾.

Jedyną polską mineralogią, przeznaczoną dla młodzieży uniwersyteckiej z ostatnich lat 50-ciu, jest polskie wydanie „Podręcznika Mineralogji“ prof. G. Tschermaka, opracowane i wydane (z zasiłku Kasy im. Mianowskiego) w roku 1900 przez J. Morozewicza, dziś zupełnie już wyczerpane.

Od czasu ukazania się tej książki mija już lat 24. Aczkolwiek brak wydawnictw z tego zakresu w czasach okupacji można było tłumaczyć zalewem Polski przez podręczniki obce (rosyjskie i niemieckie), to jednak fakt powyższy zdaje się wskazywać zmniejszenie się zrozumienia nauk mineralogicznych wśród społeczeństwa, — objaw bardzo, zdaniem naszym, niepokojący.

§ 4. PRZYGOTOWANIE POTRZEBNE DO STUDJOWANIA I ZAJMOWANIA SIĘ HISTORIĄ MINERALOGJI.

Do zrozumienia historii mineralogji pewna znajomość nauk podstawowych przyrodniczych: fizyki i chemji, samej mineralogji oraz historii powszechnej, jest konieczna, choćby w tym stopniu, jaki daje przeciętnie szkoła średnia uwzględniająca przyrodę. Im większa znajomość tych przedmiotów, tem większe będzie zrozumienie przedmiotu.

Duże natomiast wymagania postawić sobie musi ktoś, kto zechce pracować naukowo w tej dziedzinie. Oprócz gruntownej znajomości nauk podstawowych i tła, na którem nauka się rozwijała, a więc historii powszechnej, historii górnictwa, zwyczajów i literatury różnych epok — więc wykształcenia humanistycznego, potrzeba mu jeszcze gruntownej znajomości języków nietylko nowoczesnych, ale dawnych, oraz umiejętności odczytywania starych rękopisów. Musi to być także człowiek wykształcony w kierunku językoznawczym. Znajomość języków wschodnich będzie tu konieczna, jeżeli ktoś zechce sięgnąć w dawniejsze okresy; potrzeba tu w szczególności języków arabskich, perskiego, a na-

¹⁾ Patrz J. Morozewicz: Przegląd historyczny podręczników mineralogji w Polsce wydany jako „Przedmowa Tłumacza“ do Podręcznika Mineralogji G. Tschermaka. Warszawa, 1900.

wet chińskiego oraz sanskrytu. Znaczna liczba minerałów znanych już starożytnym Grekom ma nazwy pochodzenia greckiego. Niejednokrotnie wydają się one bezsensowne, nie wykazując żadnego związku z własnościami opisywanych minerałów. Ponieważ jednak minerały te dopływały do Grecji w znacznej części ze Wschodu, więc w wielu przypadkach nazwy ich są przypuszczalnie pochodzenia wschodniego; dopiero później, nie rozumiejąc ich znaczenia, zastąpiono je, jak się zdaje, podobnie brzmiącym, choć logicznie z danym minerałem nie wiążącym się wyrazem greckim. W średnich wiekach popełniano niejednokrotnie duże omyłki przy przepisywaniu starych manuskryptów. W chaosie stąd wynikającym orjentować się może tylko ten, kto posiada bardzo szerokie i różnorodne wykształcenie. Ponieważ jest rzeczą mało prawdopodobną, by jeden człowiek był tak wszechstronnie wykształcony, postępu więc w historii mineralogii czasów dawniejszych oczekiwać należy chyba od współpracy mineraloga i humanisty.

II. Bibliografja.

I. PRACE I PODRĘCZNIKI OMAWIAJĄCE HISTORJĘ MINERALOGJI Z PUNKTU WIDZENIA SPECJALISTY MINERALOGA.

a) *Prace polskie.*

W literaturze polskiej niema jeszcze dzieła, któreby omawiało historję mineralogji w sposób wyczerpujący.

Rozwój pojęć w dziedzinie omawianej przedstawił natomiast barwnie i ze znajomością rzeczy

Józef Sioma w artykule p. t. „Szkic ewolucji pojęć w mineralogji“, wydrukowanym (str. 95—126) w dziele zbiorowym: „Dzieje Myśli. Historia rozwoju nauk“. Tom I-szy, zeszyt 2-gi (ogólnego zbioru „Poradnika“ № 14-ty), Wydawnictwo A. Heflicha i St. Michalskiego, Warszawa, 1911.

Treść artykułu odpowiada dokładnie tytułowi. Autor w sposób szkicowy przedstawia rozwój pojęć z zakresu nauk mineralogicznych od czasów starożytnych aż do chwili ukazania się artykułu, nie wchodzi w szczegóły, patrzy na przedmiot z punktu widzenia filozoficznego. Sporo stosunkowo miejsca poświęca autor krystalografji, którą uważa za naukę odrębną i której znaczenie i miejsce wśród nauk w pełni i słusznie ocenia.

Przez przeczytanie tego artykułu czytelnik zapozna się przynajmniej z głównymi prądami w mineralogji, dowie się też o wielu ważnych i interesujących zagadnieniach, mało naogół znanych.

Lekturę tego artykułu możemy każdemu doradzać.

W r. 1912 ukazał się też we „Wszechświecie“ artykuł:

Czesław Łopuski. Rozwój mineralogji i geologji w ostatnich latach dwudziestu, ze szczególnem uwzględnieniem nauki polskiej. *Wszechświat*, Warszawa 1912, 230—245.

Artykuł ten informuje czytelnika o najważniejszych zagadnieniach z dziedziny krystalografji i mineralogji oraz petrografji i innych dziedzin geologji w sposób treściwy, zwracając w każdym z tych działów szczególną uwagę na prace polskich badaczy.

Prace odnoszące się do historii mineralogji w Polsce pomijamy tu, odsyłając czytelnika do artykułu K. Koziorowskiego o historii mineralogji w Polsce w tomie niniejszym.

Zwrócimy tylko uwagę na artykuł:

Józef Morozewicz. Przegląd historyczny podręczników mineralogji w Polsce. (Przedmowa do przekładu Podręcznika mineralogji G. Tschermaka, Warszawa 1900) ze względu na to, że omówione w tej pracy niektóre podręczniki zawierają także zarys rozwoju historii mineralogji ogólnej.

b) *Dziela i prace w językach obcych.*

a) Całokształt historii mineralogji od r. 1650—1860 przedstawiony jest w dziele niemieckiem:

Franz v. Kobell. *Geschichte der Mineralogie*, von 1650—1860. 8^o, J. G. Cotta. Monachjum 1864, str. 703.

Jest to bardzo gruntownie opracowane dzieło, wymaga jednak oczywiście uzupełnienia już z tego powodu, że wydane zostało przed laty 60-ciu. Pomimo tego zdaje się jest to dotychczas jedyna tego rodzaju książka, poświęcona w całości historii mineralogji. Autor omawia rozwój mineralogji okresami, osobno rozwój fizyki minerałów, osobno — chemji minerałów i wreszcie systematyki. Osobny rozdział dzieła tworzy: Historia gatunków minerałów (str. 385—690), w której autor omawia po-

kolei minerały i daje historję każdego z nich z osobna. Każdy studjujący historję mineralogji winien zapoznać się gruntownie z treścią tej książki, której nowe opracowanie, uwzględniające rozwój mineralogji w czasach nowszych, jest nadzwyczaj pożądanę.

Bardzo interesujące opracowanie historii mineralogji w starożytności i w wiekach średnich z podaniem źródeł dał w ostatnich czasach:

Karl Mieleitner. Geschichte der Mineralogie im Altertum und im Mittelalter.

Praca ta jest umieszczona w „Fortschritte der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie“, wydawanych przez A. Johnsen, t. VII, G. Fischer, Jena 1922, str. 427—480.

Dawniejsze opracowanie wiążące się z mineralogją krystalografji czasów starożytnych do początku XIX w. znajdzie czytelnik w interesującej do dziś dnia książce:

C. M. Marx. Geschichte der Krystallkunde, Karlsruhe i Baden, 1825.

β) Historję mineralogji we Francji opracował niedawno

A. Lacroix. La minéralogie. La science française, Larousse, Paris, 1915, str. 169—200. Rozprawa ta zawiera portrety R. J. Haüy'ego, F. E. Mallard'a, A. Des Cloizeaux, F. A. Fouqué'go.

Historję mineralogji w Ameryce przedstawia rozprawa:

Edward H. Kraus. The Future of Mineralogy in America, Presidential Address. Min. Soc. Amer., Dec. 29, 1920 w „The American Mineralogist“ 1921, vol. 6, str. 23—34.

Sprawozdanie o postępie nauk mineralogicznych w czasach nowszych znajdzie czytelnik w artykułach:

L. Fletcher. Address to the Geolog. Sect. of the British Association on Recent Progress in Mineralogy and Crystallography, Londyn 1894, str. 16.

W. S. Bayley and W. H. Hobbs. A Summary of Progress in Mineralogy and Petrography. Waterville a. Madison. 1891—97.

Wiadomości z historii mineralogji zawierają też dzieła, poświęcone historii nauk pokrewnych, przedewszystkiem chemji

i geologii. Gdy historia chemii mówi z natury rzeczy o badaniach mineralogiczno-chemicznych, to dzieła z zakresu geologii omawiają przede wszystkim rozwój petrografii. Wymienimy tu przykładowo bardzo godne czytania, pełne szczegółów dzieło:

K. A. Zittel. *Geschichte der Geologie und Paläontologie.* Monachjum i Lipsk 1899, str. 868, w którym autor poświęca obszerny rozdział (str. 726—774) historii petrografii od czasów Wernera począwszy.

Ze względu na badania doświadczalne w dziale geologiczno-petrograficznym warto, o ile idzie o historję badań początkowych, zapoznać się z pracą wybitnego na polu geologii doświadczalnej badacza:

A. Daubrée. *Rapport sur les progrès de la géologie expérimentale,* 8°, 1867.

Ad. d'Archiac: *Histoire des progrès de la Géologie de 1834—1856* publ. par la Soc. Géolog. de France, 7 tomów w 8-iu częściach, 1847—1860.

2. ZARYSY HISTORJI MINERALOGJI, STANOWIĄCE CZĘŚĆ DZIEŁ TREŚCI OGÓLNIJSZEJ.

Dobry zarys historii mineralogji znajduje się w obszernem dziele:

Fr. Dannemann. *Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung und ihrem Zusammenhange.* 2-gie wyd. Tom I-szy, 1920, str. 486, t. II. 1921, str. 508, t. III. 1922, str. 432. Tom IV. 1923, str. 632. W. Engelmann, Lipsk, wielka 8°.

W tomie I-szym autor daje zarys początków chemii i mineralogji w XVI wieku (Basilius Valentinus, Paracelsus, Agricola). Tom II-gi zawiera osobny rozdział o wpływie nowych badań chemicznych i fizycznych na wytwarzanie się podstaw nowej mineralogji i geologii w XVII wieku, oraz na początku XVIII wieku.

Autor omawia obszernie powstanie chemii mineralnej i nowej systematyki minerałów, z którymi równocześnie zaczyna się rozwijać krystalografja.

Tom III-ci przedstawia rozkwit nauk przyrodniczych w połowie XVIII wieku. Osobny rozdział poświęcony jest „minera-

logji pod wpływem badań chemiczno-fizycznych. Tom IV-ty, który się obecnie ukazał, ma zawierać przedstawienie rozwoju nauk przyrodniczych do czasów najnowszych.

Rozwój mineralogji w nowszych czasach omawia dzieło:

Siegmund Günther. *Geschichte der anorganischen Naturwissenschaften im neunzehnten Jahrhundert.* Bondi, Berlin, 1901, str. 984.

W książce tej dwa rozdziały poświęcono mineralogji. Rozdz. 7-my p. t.: *Mineralogja i krystalografja do czasów Bravaisa* (str. 131—144), Chr. S. Weiss, F. Neumann, F. Mohs, J. Chr. Hessel. *System elektrochemiczny minerałów Berze-liusa.* Teorja molekularna kryształów: G. Delafosse, A. Bravais (1811—1863).

Rozdz. 20-ty p. t.: *Mineralogja i petrografja w czasach nowszych i najnowszych* (str. 757—789). W ustępie tym autor porusza cały szereg zagadnień z obu wymienionych dziedzin, oczywiście krótko i ogólnikowo.

Autor uwzględnia przedewszystkiem, chociaż nie wyłącznie, literaturę niemiecką.

Tu przytoczymy też stare, cenne dzieło angielskie:

W. W. Whewell. *Geschichte der induktiven Wissenschaften* — w przekładzie J. J. Littrowa. Stuttgart 1840—1842.

3. SPRAWOZDANIA Z LITERATURY BIEŻĄCEJ. BIOGRAFJE MINERALOGÓW.

Historję mineralogji odczytywać też można ze sprawozdań z prac naukowych bieżących, umieszczanych w pismach mineralogicznych, fizycznych i chemicznych, n. p. w *Zeitschr. für Kristallographie*, *Neues Jahrb. für Mineralogie*, *Centralblatt für Mineralogie*, *Bull. de la Soc. franç. de Minéralogie*, *Mineralogical Magazine* (tu w niedawno zorganizowanym dziale: *Mineralogical Abstracts*), w *Chem. Zentralblatt* i t. d.

Szczególłą wartość posiadają sprawozdania z literatury odnoszącej się do jednego tematu. W ten sposób referuje obecnie P. Niggli w *Zeitschr. f. Kristallogr.* o całych grupach

minerałów. Sprawozdania z chemji mineralogicznej i geologicznej ogłaszał przez szereg lat B. Gossner w *Fortschr. der Chemie, Physik u. physikalischer Chemie*,—z chemji mineralogicznej A. Hutchinson w *Annual Reports of the Chemical Society*.

Specjalne zagadnienia są w sposób monograficzny omawiane w szeregu artykułów w *Fortschr. der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie* (Jena) zwykle z uwzględnieniem tła historycznego.

Istnieje dalej szereg prac rozrzuconych w różnych wydawnictwach, przedstawiających „stan obecny“ pewnego działu czy zagadnienia mineralogji.

Z zebrania takich „stanów obecnych“ z różnych czasów składa się historia mineralogji.

Za źródła do historii mineralogji służyć muszą zawsze przede wszystkim prace oryginalne. Materiały do historii mineralogji znajdują się jednak częściowo zebrane we wspomnieniach jubileuszowych lub pośmiertnych, poświęconych wybitnym uczonym. Wspomnień takich, poświęconych mineralogom, jest wielka liczba w różnych językach. Ogłaszane bywają one przede wszystkim w czasopismach fachowych mineralogicznych, których wykaz znajduje się w Bibliografji Stopnia III (str. 479), w artykule T. Woyny. Szczególnie troskliwie prowadzi obecnie kronikę zmarłych mineralogów z całego świata redaktor *Mineralogical Magazine* L. J. Spencer (por. *Min. Mag.* 19, 1921, str. 240—262).

Życiorysy mineralogów i dane osobiste znajdują się między innymi w wydawnictwach następujących:

J. C. Poggendorff. *Biographisch-literarisches Handwörterbuch zur Geschichte exacter Wissenschaften*. 4 tomy. Pierwsze 2 tomy wydane przez Poggendorffa, następne wydane przez D. Federsena i Oettingena, Lipsk.

Dzieło to zawiera dane do r. 1904.

Nouvelle Biographie Générale etc... publié par MM. Firmin Didot Frères sous la direction de M. le Dr. Hoefler. 8^o — Didot Frères, Paryż 1862—66.

Dictionary of National Biography, wydany przez Leslie Stephen, później przez Sidney Lee. Smith, Elder et Comp. Londyn, od r. 1885. Całość zawiera 63 tomy i 3 t. suplementów oraz Index and Epitome, z r. 1906.

4. HISTORJE KATEDR I ZBIORÓW MINERALOGICZNYCH.

Ważny przyczynek do historii mineralogii tworzą monograficzne opracowania historii katedr w poszczególnych wszechnicach ogłaszane zwykle z okazji jakichś rocznic uroczystych oraz historii zbiorów mineralogicznych, związanych z katedrami szkół wyższych lub też tworzących samodzielne jednostki jak: Mineralogical Department w Natural History Museum w Londynie (South Kensington), zbiory w Muséum d'Histoire Naturelle w Paryżu i t. d. Prawie każdy taki większy zbiór ma już opracowaną swoją historję a często nawet opracowaną historję szczegółową pewnych ważniejszych części tych zbiorów, np. zbioru meteorytów, zbiorów pochodzenia prywatnego i t. d.

Niedawno np. ukazało się opracowanie historii Państwowego Muzeum Przyrodniczego w Sztokholmie:

H. Sjögren. Mineralogiska aftelningen. Naturhistoriska Riksmuseets historia (K. Vetenskapsakad.). Sztokholm 1916, 131 — 170.

Początek muzeum utworzyły tu zbiory rud w r. 1748.

N. Zenzen. Studier i och rörande Bergskollegii Mineralsamling. Arkiv Kemi, Min., Geol., Sztokholm 1921, t. 8, nr. 1, str. 134.

Zbiory kolegjum górniczego datują się tu od r. 1654.

Drukowane co pewien okres czasu katalogi ważniejszych zbiorów zawierają zwykle także dane historyczne. Są to oczywiście materiały niezmiernie ciekawe, które będą stanowiły bardzo cenną podstawę dla przyszłego historyka mineralogii.

Materiały te, a więcej jeszcze historje katedr poświęconych mineralogii, pozwolą kiedyś opracować historję *nauczania* mineralogii, przedmiot, który będzie ważnym przyczynkiem do zrozumienia stanu kultury przyrodniczej poszczególnych społeczeństw.

MATERJAŁY DO DZIEJÓW MINERALOGJI W POLSCE.

Zebrał i ułożył

KAROL KOZIOROWSKI.

Trześć: Wstęp: I. Górnictwo w dawnej Polsce. Zielniki. J. Jonston. W. Tylkowski, G. Rzączyński. — II. Czasy Stanisława Augusta: Ks. J. Lisikiewicz. Ks. R. Ładowski. Ks. K. Kluk. J. Jaśkiewicz. J. F. Carosi. Ks. J. Osiański. H. Kownacki. M. J. Borch. Zbiory mineralogiczne. M. J. Mniszech. Księżna A. Jabłonowska. — III. Od ostatnich rozbiorów Polski do rewolucji listopadowej: R. Symonowicz. A. G. Werner. R. J. Haüy. F. Drzewiński. I. Horodecki. I. Jakowicki. Gabinet mineralogiczny wileński. N. Kumelski. M. Bogatko. Liceum Czackiego w Krzemieńcu. S. Zienowicz. W. Zborzewski. Towarzystwo Warsz. Przyj. Nauk. St. Staszic. Gabinet mineralogiczny Tow. Przyj. Nauk. Gabinet mineralogiczny Uniw. Warsz. M. A. Pawłowicz. J. Pusch. J. Tomaszewski. B. Hacquet. A. Estreicher. Gabinet mineralogiczny Uniw. Jagiellońskiego. Uniwersytet Lwowski. St. hr. D. Borkowski. — IV. Okres lat 1831 — 1862: L. Zejszner. Biblioteka Warszawska. H. Łabęcki. W. Jastrzębowski. I. Domeyko. Tomasz Zan. — V. Czasy popowstaniowe: K. Jurkiewicz. A. Lagorio. G. Wulff. F. Zirkel. F. Kreutz. J. Niedźwiedzki. A. Alth. J. Morozewicz. W. Pawlica. St. Zaręczny. F. Radomiński. Zbiór Poznańskiego Tow. Przyj. Nauk. Zbiór d-ra T. Chałubińskiego. — Źródła.

Historja uprawy w Polsce poszczególnych nauk przyrodzonych należy u nas do najbardziej zaniedbanych dziedzin pracy naukowej. Już Staszic w r. 1820 zwracał uwagę na konieczność żywszego nieco poświęcenia się badaniu tej historji. Głos jego, niestety, nie obudził mocniejszego echa. Liczba pracowników na tem polu jest wciąż nader szczupła. Najwięcej jeszcze prac źródłowych i różnych przyczynków liczą dzieje astronomji i botaniki

w Polsce dzięki niezmordowanym wysiłkom takich wytrwałych badaczy, jak N. Franke, L. Birkenmajer i J. Rostański. Inne nauki, które doczekały się u nas względnie znacznego rozkwitu, zaledwie najogólniejszymi zarysami dziejów swego rozwoju wykazać się mogą. Mniej więc razi to zaniedbanie w stosunku do tych nauk, które, jak mineralogja i umiejętności pokrewne, z przyczyn zewnętrznych dopiero w czasach nowszych wkraczają u nas na drogę normalnej uprawy.

Dziejami rozwoju w Polsce mineralogji, petrografji, geologii do lat ostatnich mało się u nas zajmowano. Pobieżne bowiem wzmianki o stanie piśmiennictwa polskiego z zakresu tych nauk, dołączone do historii nauk przyrodzonych Cuviera, wydanej w Wilnie r. 1855, nie czynią wcale zadość dzisiejszym wymaganiom w tym kierunku. Pierwszą poważną pracą na tem polu jest krytyczny przegląd naszego dorobku w dziale podręczników mineralogji, opracowany przez prof. Morozewicza w spolszczonej przezeń „Mineralogji“ Tschermaka. W wydanem w tymże czasie źródłowym dziele d-ra J. Bielińskiego o uniwersytecie Wileńskim znajdujemy cenne wiadomości o stanie wykładu tych nauk w tej uczelni i o samych wykładających. Równie źródłowe wiadomości o stanie wykładu tych nauk w Warszawie w latach 1815—1830 mieszczą się w drugim dziele d-ra J. Bielińskiego „Uniwersytet Warszawski“. W ostatnich latach wreszcie prof. T. Wiśniowski zamieścił w lwowskim „Kosmosie“ studia swoje nad Staszicem i Kołłątajem, które stanowią ważne przyczynki do historii geologii w Polsce. Wymieniłem wybitniejsze prace z tego zakresu, które się ukazały w czasach ostatnich. Poczci ich nie jest wielki. Przystąpić zaś do skreślenia odpowiadającego rzeczywistości obrazu rozwoju pomienionych nauk na gruncie polskim będzie można dopiero wtedy, gdy liczba takich częściowych opracowań dostatecznie wzrośnie. Dorobek nasz np. w dziale geologii, jak dowodzą bibliografie specjalne, jest tak znaczny, że zapoznanie się z nim przerasta niemal siły pojedynczego człowieka. Utrudniało zaś dotąd to zapoznanie się nadzwyczajne tych prac rozproszenie dla braku zakładów, któreby je gromadziły. Z istoty więc rzeczy czytelnik nie może oczekiwać dzisiaj wyczerpującego traktowania tego przedmiotu. Wzgląd jed-

nak na palące potrzeby doby bieżącej zmusza do podjęcia tej pracy wbrew przeświadczeniu, że rezultat wysiłku nie będzie zadowalający. W stuletnim przeszło okresie naszej niewoli nie tradycji na różnych polach twórczości narodowej ciągle się rwie. Pod wpływem obcej szkoły, obcego nauczyciela i obcej książki wyrastały wciąż pokolenia, które, wchodząc w życie, przystępowały do pracy bez oparcia się na nieznanym im dobie wczorajszej, „jakby się od nich rozpoczął świat“. Tymczasem dbałość o ciągłość tradycji jest sprawą nieodzownej potrzeby, tylko bowiem ona zapewnia każdemu narodowi własne miejsce w ogólnym pochodzie cywilizacji.

Mineralogja jest jedną z mniej w Polsce uprawianych gałęzi wiedzy. Jednakże i na tem polu, pomimo bardzo nieprzyjajnych w latach niewoli warunków, dokonano u nas pewnej sumy pracy. Obowiązkiem jest naszym zapoznać się z tym dorobkiem.

I.

Mineralogja powstanie swoje zawdzięcza przemysłowi górniczemu, mającemu na celu poszukiwanie i wydobywanie kopalin użytecznych. Przemysł ten ma w dziejach naszych świetną kartę. Sięga on czasów przedhistorycznych. Najstarszy dokument, dotyczący się Wieliczki, pochodzi z czasów Bolesława Chrobrego i świadczy o znacznem względnie podówczas wyrobieniu górnictwa solnego, a więc o dawnem już jego istnieniu. Równie dawne są początki kopalnictwa kruszcowego, o którym pierwsze wzmianki spotykamy w dokumentach XII-go wieku. W biegu czasu prawie wszystkie ważniejsze płody kopalne Polski stają się przedmiotem wydobywania górniczego, a więc sól, siarka, kruszec ołowiany, kruszce miedziane, „lazur kosztowny i zielenica bardzo cudna“, rudy żelazne, marmury kolorowe z pod Chęcina i Dębника, w daleki nieraz świat wywożone, wreszcie gliny garncarskie. Jedne tylko węgle kopalne, choć zdawna u nas znane, dla obfitości lasów i węgla drzewnego, w nich tłonego, nie były jeszcze przedmiotem górnicznej eksploatacji. To samo da się powiedzieć i o nafcie, o której występowaniu na podgórzu Karpackiem wiadziano oddawna, ale której zastosowanie było bardzo ograniczone. Przynajmniej wie już o niej widocznie wybitny polski naturalista

2-jej połowy XV w., Jan Stanko, gdyż w swoim słowniku łacińsko-polskim, odnoszącym się do rzeczy i przedmiotów, mających związek z medycyną, nadaje jej polską nazwę ropy. Natomiast galman bogaty, choć cynk metaliczny nie był jeszcze znany, jako „kamień mosiężny“ bywał spławiany do Gdańska do wyrobu mosiądzu.

Do szczytowego punktu rozwoju dochodzi górnictwo w dawnej Polsce w wiekach XV i XVI. Można śmiało twierdzić, iż żadne z ważniejszych złóż mineralów pożytecznych nie uszło śledczego oka ówczesnych poszukiwaczy bogactw kopalnych. Nawet w mało wtedy dostępnych Tatrach za Aleksandra Jagiellończyka i Zygmunta Starego powstają kopalnie srebrodajnego kruszcza miedzianego. Cały ten niezmiernie ożywiony ruch na polu badania, poszukiwania i przerabiania kopalni pożytecznych w piśmiennictwie polskim słabe zaledwo pozostawił ślady. W r. 1543 wyszło w Krakowie w języku łacińskim dziełko Jodoka Willicha z Warmji o żupach solnych Wieliczki i Bochni. Autor opisuje odkrycie żup solnych, rozmaite gatunki soli, sposób spuszczenia się do kopalni, wydobywania soli i t. d. W Krakowie także w r. 1553 wyszedł opis salin wielickich ułożony w wierszach łacińskich przez Adama Schrötera, Ślązaka, który przybył do Polski dla kształcenia się w naukach i na stałe w niej osiadł. Opis ten zawiera wiele ciekawych postrzeżeń i domysłów. W roku 1608 wyszedł już w Krakowie polski poemat o Wieliczce, napisany przez Andrzeja Lechowicza, z pochodzenia Szkota („Muza gór Wielickich“). Dziełka te — to w naszej literaturze prawie jedyne pomniki świetnego u nas rozwoju górnictwa w wiekach XV i XVI. Zresztą jednak cały zapas zdobytych przez górników polskich wiadomości przekazywany był przeważnie tylko ustnie, drogą tradycji żywej, a co najwyżej ukrył się w rzadkich rękopisach. Najogólniejsze tylko wyniki poznania Polski pod względem bogactw kopalnych zużyte zostały w jej opisach przez pisarzy takich jak Miechowita, Marcin Kromer, Starowolski, Łukasz Opaliński, Gwagnin i inni.

Pierwszemi drukami polskimi, zawierającymi wiadomości o różnych ciałach kopalnych są zielniki Falimierza (1534),

Spyczyńskiego (1542), Siennika (1568), Marcina z Urzędowa (1595), Syreniusza (1613). Mineralogiczna treść tych książek poddana została krytycznemu rozbirowi przez prof. Morozewicza w jego przeglądzie naszej literatury podręcznikowej z zakresu mineralogji. Powtórzę więc tutaj tylko końcowe uwagi tego rozbioru: „Opisy rozmaitych zieleników różnią się niewiele, a nawet bywają niekiedy wprost identyczne. Wśród autorów, na których się nasi zielenikarze najczęściej powołują, znajdujemy Arystotelesa, Galena, Avicennę, Alberta Wielkiego i t. d. Nie spotykamy tu jednak nazwiska Agricoli, samodzielnego badacza minerałów, który współcześnie żył i działał w sąsiedniej Saksonji (1490—1555), a epokowe swe dzieło, *De natura fossilium*, ogłosił w r. 1546. Zieleniki nasze mają więc znaczenie tylko językowe i kulturalno-histeryczne, będąc ciekawymi przyczynkami do historii oświaty w w. XVI. Słownictwu mineralogicznemu przekazały one kilka wyrazów pięknych, po dziś dzień używanych, jakkolwiek po części w znaczeniu odmiennem: kruszec, złotolusk, iskrzyk, gład, krzemień“.

W zielenikach podane są wiadomości o oddzielnych tylko, ciekawszych z pewnych względów minerałach. Całość nauki o ciałach kopalnych, w świetle pojęć naukowych połowy XVII wieku, zwięźle została ujęta w dziełku J a n a J o n s t o n a, które wyszło w Lipsku w r. 1661 pod tytułem: „*Notitia regni mineralis seu subterraneorum catalogus*“¹⁾. J o n s t o n pochodził z rodziny szkockiej, osiadłej w Polsce. Urodził się r. 1605 w Szamotułach. Stopień doktora medycyny uzyskał w Lejdzie. Znaczną część życia spędził w Lesznie, jako lekarz nadworny Bogusława Leszczyńskiego, którego był nauczycielem i wychowawcą. Jak wszyscy niemal dawniejsi przyrodnicy, był polihistorem. Nie był to umysł twórczy, odkrywający nowe drogi w nauce. Był to raczej urodzony systematyk, który, opanowawszy całą wiedzę przyrodniczą swojej epoki, usiłował w każdym dziale zdobytych wiadomości zaprowadzić jakiś ład, uporządkować je na swój sposób.

¹⁾ - Ciałom kopalnym poświęca także J o n s t o n osobny rozdział w swojej historii naturalnej, która nosi tytuł: „*Thaumatographia naturalis in X classes distincta*“. Amsterdam (pierwsze wydanie — 1630 r., czwarte — 1665 r.).

Przegląd swój *ciał podziemnych* zaczyna J o n s t o n od rozpatrzenia gazów, które się z ziemi wydobywają, i wód, które z niej wypływają. Mówi przeto o powietrzu podziemnem, gazach (wyziewach, wyparach), którym przypisuje różnego rodzaju trzęsienia ziemi, ogniu podziemnym, wodach mineralnych i wreszcie o „sokach ciekłych“, t. j. wodach, mających własność kamieniotwórczą. Właściwe *ciała kopalne* dzieli na 5 grup, a mianowicie na 1) ziemię, 2) soki zsiadłe, 3) żywice, 4) kamienie i 5) metale (kruszcze).

W szczegółach klasyfikacja J o n s t o n a przedstawia się, jak następuje:

I. Ziemię —

- a) pospolite: margiel, szpik skalny, glina, glina porcelanowa, ziemia Samoska, kreda, cymolit i t. d.;
- b) pośrednie: ochra, tynbryki;
- c) szlachetniejsze: ziemia Lemnoska (z. pieczętna), bolus ormiański.

II. Soki zsiadłe —

- a) chude: sól, saletra, ałun, witryole;
- b) tłuste: aury pigment, sandaraka, siarka.

III. Żywice —

- a) ciekłe: nafta, olej skalny, pissasfalt, maltha, bitum wołoski;
- b) zsiadłe: spermaceł, ambry, smoły ziemne, asfalt, bursztyn, gagat;
- c) kamieniste: terra ampelitis (węgiel kannelski?), ziemia kolońska, węgiel kamienny (lithanthrax).

IV. Kamienie —

- a) przezroczyste (kamienie drogie, gdy przezroczystość doskonała)
 - 1) wodniste: diament, kryształ skalny,
 - 2) czerwone: rubin, granat, hiacynt, sardonyks, karbunkuł,
 - 3) niebieskie: szafir, ametyst, hiacynt Pliniusza,
 - 4) zielone: szmaragd, beryl, topaz starożytnych,
 - 5) żółte: chryzolit starożytnych, topaz nowożytnych wschodni i zachodni, xanthium,
 - 6) czarne: morion,
 - 7) białe: kamień bonoński,
 - 8) różnej barwy: opal, fluoryt;
- b) napół przezroczyste,
 - 1) znane starożytnym: krwawnik, chalcedon, onyks, agat, jaspis, heljotrop,
 - 2) mniej znane: nefryt, kamień od kolki (jadeit lub amazonit);
- c) nieprzezroczyste mniejsze,
 - 1) bardziej szlachetne: malachit, turkus, szafir Pliniusza, lapis

lazuli, kamień ormiański (azuryt), amiant, aetites (orli kamień), hydrofan (oculus mundi);

2) mniej szlachetne: hematyt, cynober, mika, koral biały kopalny, morochtus (moroksyt?), szmirgiel, gips, talk, pumeks;

d) nieprzezroczyste większe: marmur, alabaster, bazalt, obsydjan, kamień probierski, piaskowiec, wapień, kamień młyński, trawertyn (lapis Tiburtinus), krzemień, skałka, kamień osełkowy;

e) kamienie obrazkowe (figuralne);

f) kamienie wątpliwe, niepewne (tutaj należą kamienie przypadkowego kształtu, „przypadkowo obrazkowe“, i kamienie niedostatecznie opisane);

g) kamienie zwierzęce (trafiające się w zwierzętach).

V. Ciała metaliczne —

a) metale właściwe: złoto, srebro, miedź, żelazo, ołów, cyna, bizmut, antymon, rtęć;

b) ciała metalom pokrewne:

1) kruszce: galena, galman, piryt (markasyt), mika (kocie srebro), talk;

2) produkty hutnicze: żużle, t. zw. grzyby pieców hutniczych (narosty tlenków metalicznych), glejta, rdze metaliczne, rdza miedziana (grynszpan), rdza żelazna, cerussa (rdza ołowiana), biel hiszpańska (rdza cynowa), zendry (miedziana, żelazna)

Charakterystyczny dla epoki J o n s t o n a jest sam sposób pojmowania „państwa mineralnego“, do którego oprócz właściwych minerałów zaliczane są także skamieniałości (jako kamienie obrazkowe), kamieniste wydzieliny ciała zwierzęcego, spermacet i ambra wielorybia, i wreszcie różne uboczne produkty hutnicze, jak np. żużle i t. p. Klasyfikacja oparta jest na cechach zewnętrznych, drugorzędnych, mniej istotnych, jak stan skupienia, stopień przezroczystości, barwa. Inaczej zresztą być jeszcze nie mogło. Chemja analityczna była w niemowlęctwie. Prace nad oznaczaniem składu chemicznego minerałów zaczęły się dopiero w następnym stuleciu. Nie było więc jeszcze podstaw do systematyki racjonalnej. Chemja dopiero wykluwała się z alchemji. Z poglądami alchemicznymi spotykamy się w dziełku J o n s t o n a w kilku miejscach. W ogólności dziełko to odbija wiernie stan współczesnej nauki. Widoczna w niem jest nieraz niepewność w odróżnianiu gatunków mineralnych, a stąd zamieszanie w nazwach; notowane są urojone własności lecznicze niektórych ka-

mieni, ale tu i owdzie zdarzają się i trafne spostrzeżenia. Ze słów, któremi autor je zamyka, należy sądzić, że w oczach jego było ono tylko szkicowym zarysem obszerniejszego traktatu, który zamierzał wydać w przyszłości, do czego jednak nie doszło.

W kolei czasu pierwszy po dziełach Jonstona traktat z zakresu mineralogji wyszedł u nas z pod pióra uczonego jezuitę Wojciecha Tylkowskiego, profesora akademji wileńskiej. Tylkowski (ur. w r. 1624 czy też 1629, zmarły w r. 1695) nie doczekał się dotąd u nas umiejętnej oceny swojej naukowej działalności. Słynął on jednak wśród współczesnych ze swej uczoności, a dzieła jego w licznych wydaniach drukowane były nietylko w Polsce, lecz i zagranicą (we Wrocławiu, Frankfurcie, Augsburgu, Wiedniu, Ulmie, Regensbergu, Paryżu i innych). Na dziejącą się Tylkowskie mu krzywdę słusznie zwrócił uwagę dr. J. Bieliński w swojej historii uniwersytetu wileńskiego. Z licznych dzieł Tylkowskiego dla historii nauk przyrodniczych w Polsce w ostatniej ćwierci XVII wieku najważniejsza jest jego Fizyka albo Filozofja naturalna (*Physica curiosa*). Wchodzi ona w skład obszernego w języku łacińskim wykładu filozofji scholastycznej (filozofji powszechnej Arystotelesa), który w 15-u tomach in 8-vo wyszedł w Oliwie w latach 1680—1691. Dzieło to, przypisane Janowi III-u, było już przygotowane do druku w r. 1672, jak widać z dołączonego doń ciekawego listu sławnego Atanazego Kirchera, przynaglającego autora do śpieszniejszego wydania go.

„Fizyka albo filozofja naturalna“, mówi Tylkowski, „wzięła to sobie za zabawę, aby nam rzeczy materialnych początki, przyczyny, własności wszystkim pospolite wytłumaczyła“. Zajmuje się więc w niej rozbiorem mnóstwa zagadnień z dziedziny fizyki, chemji, astronomji, geografji fizycznej, meteorologji, biologji, wreszcie mineralogji. Potrąca przy sposobności o wiele spraw, luźno z przedmiotem swego rozbioru związanych. Niektóre części wyłożone są sposobem katechizmowym. W fizyce tej, liczącej 5301 stron, ciałom kopalnym poświęcono 374. Trudno jest dać w krótkości wierny obraz tej scholastycznej mineralogji. Dość będzie, gdy zostaną tu zaznaczone chociaż niektóre ważniejsze jej rysy. Zgóry jednak zaznaczyć należy, że Tylkowski,

przy całej swej wszechstronności, był przede wszystkim matematykiem, i to na swój czas bardzo wybitnym. Mineralogja z istoty rzeczy leżała zdala od sfery, w której najchętniej obracała się jego umysłowość. Wbrew mniemaniu ołsnionych jego nauką współczesnych i na nim sprawdza się zasada: Non omnia possu-mus omnes.

Tylkowski poprzestaje na przyjętym przez Alberta Wielkiego podziale ciał kopalnych na metale, kamienie i ziemię, dodając tylko do tych 3-ch grup jeszcze czwartą — soków ziemnych. W tym porządku rozpatruje kopaliny.

W dziale *metali* wyłożone są przypuszczenia co do sposobu ich powstawania i przytoczone dane o ich ciężarze względnym, (w porównaniu z ciężarem złota), wreszcie jest mowa o różnych operacjach chemicznych dokonywanych z metalami. Następuje potem kilka obszernych rozdziałów, poświęconych zagadnieniu otrzymywania sztucznie złota i sprawie kamienia filozoficznego. We wniosku ostatecznym Tylkowski sądzi, że i złoto sztuczne i kamień filozoficzny są fizycznie możliwe, ale są zgoła niemożliwe moralnie (?), i mniema, że dowiódł tego swoim rozumowaniem „nietyłe chemicznem, ile Arystotelesowskiem“.

Mówiąc o *kamieniach*, w szczególności o *kamieniach dro-gich*, określa, co to jest kamień wogóle, a co kamień drogi (gemma), prawi o sposobach ich powstawania (o ich genezie), wylicza różne przesady, do nich przywiązane, i zbija je; mówi też o leczniczych własnościach im przypisywanych, zaznaczając, że niezawsze można zaufać temu, co prawią lekarze. Mówi wreszcie o podrabianiu drogich kamieni i przytacza nawet różne recepty na ich wyrób. Kończy ten dział dość pobieżnym przeglądem kamieni drogich i innych kopalin, które rozpatruje w porządku alfabety. Więcej miejsca poświęca tylko kamieniowi magnetycz-nemu i bursztynowi. W przeglądzie kopalin znajdujemy też cieka-wą wzmiankę o trafiających się w Polsce białych krzemieniach rzecznych, w przełamie półprzezroczystych, które mają według pospółstwa powodować rany (zastrzały) pod paznokciami („z-anokcica“)¹⁾.

¹⁾ Ob. W. Jastrzębowski. Mineralogja, 1851, str. 233.

Najmniej jest mowy o *ziemiach*. Wspomina tylko o używanej wtedy w lecznictwie ziemi pieczętnej (*terra sigillata*), która ma jakoby nawet pod Warszawą się trafiać nad brzegami Wisły. Dowiedział się o tem od Stanisława Baryczki, podstolego czernichowskiego, który mu pokazywał także zbiór kamieni drogich (*gemmae*), już oszlifowanych, zebranych w okolicach Warszawy.

Soki ziemne dzieli na zsiadłe (sól, salmiak, saletra, siarka, bitum, wityrol, bursztyn) i ciekłe (nafta, mała, olej skalny). Poświęca im rozdział z niespełna 3-ch stron złożony.

Tylkowski wogóle traktuje dość pobieżnie stronę opisową minerałów, o miejscach ich występowania mówi niewiele. Z większem natomiast upodobaniem zatrzymuje się nad sprawami ogólnemi. Stara się on odpowiedzieć na przeróżne pytania, jakie się nasuwają przy rozważaniu minerałów, a więc wyjaśnia sposób ich powstawania, ich własności osobliwe (magnetyt, bursztyn), ich kształt prawidłowy, niekiedy nawet usiłuje wytłumaczyć sposób działania ich na organizm ludzki, o ile przypisywane im własności lecznicze wydają mu się prawdopodobne. Dzieło jego wprowadza nas w świat pojęć uczonych XVII wieku, zapoznaje z ich sposobem tłumaczenia sobie różnych zjawisk natury.

W zakończeniu przytaczam parę przykładów, jak sobie wtedy tłumaczono zauważone zjawiska i zgromadzone empirycznie fakty. Zarówno w tych tłumaczeniach, jak wogóle w wielu ówczesnych pojęciach ujawnia się przedewszystkiem niski jeszcze poziom chemji końca XVII wieku.

Przykład 1-y. Na pytanie, dlaczego srebro od działania siarki czernieje, odpowiadamy dziś: ponieważ tworzy się siarczek srebra, który ma barwę czarną. Tylkowski zaś odpowiada: ponieważ siarka przypala będące w srebrze cząstki ziemiste, a także wilgotność jego. Metale bowiem, wedle pojęć ówczesnych były natury wodnistej, gdyż od ognia roztopiają się, a odsunięte od niego tężeją, co jest właściwością wody zmarzłej. Ciała zaś ziemistej natury tężeją od ognia, a rozpuszczają się w wodzie. Metale, jak wszystkie wogóle ciała, miały się składać według ówczesnej chemji z siarki, merkurjusza i soli. Tylkowski przestrzega kilkakrotnie, aby przez te nazwy nie rozumieć pospo

litej siarki albo soli lub merkurjusza. Siarka bowiem jest to coś ciepłego i ognistego i bardzo czynnego, merkurjusz — coś wilgotnego, a sól — to, co daje substancję i jest czemś ziemistem.

Przykład 2-gi. Kryształ skalny, a także ametyst czeski i diament węgierski, mają postać 6-boczną, przechodzącą w piramidę. Jest on z drogich kamieni najmiększy. Wszelki kamień przybiera kształt wielokąta, gdy wilgotność w nim nie wysycha i nie jest pochłaniana przez gorąco, lecz zagęszcza się od zimna i marznie; marząc bowiem, układa się promienisto. Takim jest także bazalt. W kryształach skalnym dominuje woda. Nie zdaje się przecież, aby mógł on z samego tylko lodu powstawać; gdyby bowiem był z lodu dla pewnego doń podobieństwa, to i diament i beryl miałyby to samo pochodzenie. Kryształ jest z pewnością czemś złożonem i przeto nie z jednego tylko składa się pierwiastka. Tak samo i w innych drogich kamieniach dominuje pierwiastek wodnisty, lecz w większym lub mniejszym stopniu z innymi zmieszany pierwiastkami. Barwy kamienie te nabierają od dymów metalicznych. Bez barwy zaś są te, które zdala od metali powstają, jak beryl, kryształ, diament.

Pominięte przez Tyłkowskiego wiadomości o miejscach występowania minerałów, zwłaszcza zaś o występowaniu ich w Polsce, obszernie zostały wyłożone w książce jezuita Gabriela Rzączyńskiego, wydanej r. 1721 w Sandomierzu pod tytułem: „*Historia naturalis curiosa regni Poloniae, magni ducatus Lituaniae, annexarumque provinciarum*“, oraz w uzupełnieniu jej, wyszłem po śmierci autora w Gdańsku w roku 1742, pod tytułem: „*Auctuarium historiae naturalis curiosae regni Poloniae*“. Do napisania tych dzieł, jak widać z przedmowy, skłoniła Rzączyńskiego chęć zwalczania błędnego a w wielu głowach zakorzenionego przeświadczenia o rzekomem ubóstwie Polski w płody naturalne, o rzekomem jej upośledzeniu przez naturę. Skrzętnie przeto zbierał dotyczące historii naturalnej Polski wiadomości, w mnóstwie ksiąg i rękopisów rozproszone, uzupełniając te poszukiwania książkowe tem, czego się w tejże sprawie od osób wiarogodnych dowiadywał i co sam w swoich podróżach dostrzegał. Do najczęściej przez niego, w sprawie ciał kopalnych, cytowanych autorów należą: Scheuchzer, Woodward, Ten-

zel, Agricola, Boetius de Boot, Gesner, Kircher, Cappeler, Beringer, Henckel, Gmelin, Leibnitz, Klein, Jonston, Erndtel, Connor, Beauplan, Miechowita, Starowolski, Opaliński, Kromer, Długosz. Mówią o Karpatach (w szczególności o Tatrach) potrafił spożytkować opis wycieczki do nich, skreślony przez autora, ukrywającego się pod imieniem *Simplicissimus*a węgierskiego i dackiego. Na znaczenie tego opisu dla wiadomości naszych o Tatrach w w. XVII zwrócono uwagę względnie niedawno¹⁾). Między informatorami Rzączyńskiego wybitne miejsce zajmowała Anna księżna Radziwiłłowa, żona kanclerza W. Ks. Litewskiego, której zawdzięczał wiadomości o wielu kopalinach, znalezionych w rozległych dobrach Radziwiłłowskich. Zapewne drogą takiej właśnie informacji ustnej osoby na wiarę zasługującej znalazła się w jego dziele wiadomość o wydrze oswojonej Jana Chryzostoma Paska i posłużyła za dowód autentyczności jego pamiętników.

Z racji obowiązków swego powołania Rzączyński liczne odbywał w Polsce podróże, dłużej zaś przebywał w trzech jej różnych punktach: w Sandomierzu, w Ostrogu na Wołyniu i w Gdańsku. Za jego czasów to ostatnie miasto było miejscem, gdzie nauki przyrodnicze z największym uprawiano zamiłowaniem. Znalazło to swój wyraz w istnieniu tutaj kilku zbiorów przyrodniczych (muzeów), z których najczęściej wspominane są przez Rzączyńskiego muzeum Jakóba Kleina, sekretarza miasta Gdańska, oraz muzeum Krzysztofa Gottwalda, lekarza miejskiego, zakupione za wielką cenę przez cara Piotra Wielkiego i wywiezione do Petersburga. Jak widać ze wzmianek samego Rzączyńskiego, w muzeach tych koncentrowały się okazy przyrodnicze nie tylko z bliższych okolic Gdańska, ale i z innych stron Polski, jeśli nie zostały zmarnowane lub wywiezione do Lipska lub Drezna. Muzea Gdańskie były źródłem wielu wiadomości, podanych przez Rzączyńskiego, a dłuższy jego pod koniec życia pobyt w tem mieście odbił się korzystnie na pośmiertnem jego dziele.

¹⁾ Ob. Pamiętnik Tatrzański tom XXVIII r. 1907, str. 36—65.

Rzeczyński wprawia w podziw swoim czytaniem i starannością swojej kompilacji, razi jednak niekiedy bezkrytycznością. Jest on wogóle bardzo powściągliwy w wypowiedaniu własnego zdania, poprzestaje więc czasami na zestawieniu obok siebie opinii różnych autorów, niekiedy sprzecznej treści. Upredza on zresztą zgóry o tem czytelnika w swej przedmowie, tłumacząc się, że w takich razach wątpliwych rozstrzygaćby mogły jedynie „sztuki chemiczna, medyczna, anatomiczna, mikroskopy nowego wynalazku, maszyny mechaniczne, wogóle doświadczenia kosztowne¹⁾“. Taka rozbieżność zdań zachodziła wtedy jeszcze w sprawie kopalnych szczątków zwierząt wymarłych, a nawet w sprawie wyrobów ręki ludzkiej, znajdujących w ziemi. Rozróżniano więc „kości prawdziwe“ i „kości wytworzone przez naturę mineralną“, a także „garnki sztuką garncarską zrobione“ i „garnki kopalne“. Zwolennicy poglądów dawnych, przypisujących powstanie owych „kamieni obrazkowych“ sile nasiennej ziemi (*vis seminalis terrae*), przeciwstawiali się tutaj opinii nowatorów, jak Scheuchzer, Woodward, Tenzel, którzy w skamielinach i kościach kopalnych widzieli szczątki zwierząt zaginionych w potopie powszechnym. Rzeczyński porzuca tutaj swoją zwykłą neutralność i oświadcza, że „przypisuje wielkie prawdopodobieństwo tej ostatniej opinii,“ t. j. teorii potopowej. Rzecz tembardziej godna zaznaczenia, gdy zważymy, że jeszcze późniejszy od Rzeczyńskiego Wolter był zwolennikiem poglądu przeciwnego.

Historję naturalną Rzeczyńskiego, pomimo licznych jej niedokładności, musimy wogóle uznać za ważny nabytek literatury polskiej. Nie było w niej jeszcze na taką skalę zakrojo-

¹⁾ Dzieło Rzeczyńskiego zaznacza u nas świt nowej epoki, kiedy nauki przyrodzone mniej będą na rzecz nauk humanistycznych zaniedbywane. Że zdawał on sobie sprawę z różnicy metod, które mogą być w obu grupach nauk stosowane, świadczy następujące zdanie jego przedmowy: „Kochani z Tow. Jez., znakomity matematyk króla polskiego, uważał, że niema nic trudniejszego i nic bardziej na niebezpieczeństwo pobłądzenia narażającego, niż chcieć *samem tylko rozumowaniem* śledzić prawa natury, które w tajemnych swych kryjówkach częstokroć naszym wymykają się sylogizmom, jeżeli te nie będą poparte często i starannie urządzanemi doświadczeniami.“

nego opisu fizjograficznego Polski. Na tle martwoty czasów saskich ukazanie się tego dzieła stanowi zjawisko niezwykle.

Poczet minerałów i skał, rozpatrzonych w dziele Rzeczyńskiego, nie jest wielki. Po wyłączeniu skamielin liczba ich nawet 100 nie dochodzi. Z małemi bowiem wyjątkami Rzeczyński zajmuje się tylko minerałami użytkowemi. Zwykle przedstawia na wymienieniu tylko samych miejsc występowania ich w Polsce, ale kilka razy wzmiankuje i o warunkach występowania minerału. Zwraca zwłaszcza uwagę podany w Auctuarium dokładny przekrój kopalni sferosyderytu we wsi Skała województwa sandomierskiego w miejscowości Żłobowina. Z dzieła Rzeczyńskiego możemy sobie wyrobić dość ściśle wyobrażenie o tem, jakie złoża minerałów pożytecznych były u nas znane w początkach XVIII wieku. Przekonywamy się zarazem, że zastosowanie niektórych było odmienne od dzisiejszego.

II.

Okres Stanisławowski, to czas przebudzenia się „Lecha“ z twardego snu, w który zaczął zapadać w drugiej połowie XVII wieku, po klęskach „potopu“, i w którym ostatecznie się pogryżył w epoce martwoty za panowania Sasów. W tym okresie dopiero ujawniły się skutki usiłowań wybitnych jednostek, jak król Leszczyński, Jabłonowski, ks. Konarski, Jędrzej Załuski i inni, które usiłowały wyrwać naród ze zgubnego dla niego stanu zastoju i popchnąć na drogę reform. Za wpływem króla, typowego przedstawiciela wieku oświecenia, za współdziałaniem naśladowujących go i współzawodniczących z nim magnatów, zawrzał ruch na różnych polach pracy kulturalnej. Wzmógł się on zwłaszcza po pierwszym rozbiore kraju, kiedy groźba utraty niepodległości przybrała kształty realne. Zaczyna się upowszechniać przekonanie, że ocalenia należy szukać przedewszystkiem w oświacie. Wzmaga się więc praca na jej polu. Powstała „Komisja Edukacji Narodowej“, to pierwsze w Europie ministerjum oświaty; utworzyło się „Towarzystwo do ksiąg elementarnych“; przystąpiono wreszcie do reformy najwyższych szkół w Krakowie i Wilnie. Wzmógł ten ruch umysłowy odbił się korzystnie na rozwoju nauk przyrodzonych w Polsce, a między

niemi i mineralogji. Wykład tych nauk wprowadzony został najpierw w szkołach pijarskich (r. 1740), wkrótce jednak za ich przykładem poszły i kolegia jezuickie. W szkołach wyższych stałe katedry historii naturalnej powstają dopiero po ich reformie. (W uniwersytecie Jagiellońskim katedra ta staje się czynna dopiero w r. 1783). Wprowadzenie historii naturalnej do programu nauk wykładanych w szkołach wywołało potrzebę wydawania książek, mogących służyć za jej podręczniki. Pierwsze po polsku napisane podręczniki mineralogji ukazują się rzeczywiście dopiero za Stanisława Augusta. W okresie tym wreszcie upowszechnia się najogólniejszy i najpierwszy objaw interesowania się światem minerałów, wyrażający się w gromadzeniu ich zbiorów.

W początkach tego okresu do wykładu historii naturalnej używano w naszych szkołach dzieła jezuita niemieckiego Józefa Redlhamera, wydanego po raz pierwszy w Wiedniu w roku 1754-ym pod tytułem: *Philosophia naturalis seu physica generalis*. Dzieło to przedrukowano w Warszawie w drukarni kolegum królewskiego szkół pijarskich (1-y tom w r. 1761, 2-i w r. 1772). Wykład mineralogji potraktowany jest tutaj dość pobieżnie, mieści się bowiem na 44 stronach. W wiadomościach o stanie nauk przyrodniczych w XVIII w. w Polsce, dołączonych do przekładu „Historji nauk przyrodzonych“ Cuviera (Wilno 1854), dzieło to mylnie zaliczono do literatury polskiej.

Dość ożywiony ruch na polu naszej rodzimej twórczości naukowej zaczyna się dopiero w r. 1781. W tym roku właśnie wyszła w Sandomierzu „Historja naturalna zawierająca wiadomości o rzeczach kopalnych“. Dziełko to, liczące 158 stronic in 8-vo, ułożone zostało przez ks. Józefa Lisikiewicza i stanowi część 2-ą księgi drugiej jego Fizyki. Mamy tu szereg wiadomości o sześciu szczególniejszych rodzajach rzeczy kopalnych: o ziemiach, o wodach kruszcowych lub mineralnych, o sokach ziemnych, kamieniach i wreszcie o kruszczach i półkruszczach. Do tych sześciu rozdziałów — jak w dziele Tyłkowskiego — dołączone są jeszcze dwa, które traktują o elektryzacji czyli sile bursztynowania i o własnościach i sile magnesowej.

Treść tych 2-ch dość obszernych rozdziałów wchodzi w zakres właściwej fizyki. Całe dziełko ułożone zostało według wzorów przestarzałych i nie odpowiada poziomowi współczesnych niemieckich podręczników mineralogji. Umieszczone w niem wiadomości o występowaniu różnych ciał kopalnych w Polsce są przeważnie wyciągami z Rzączyńskiego, zrobionemi dość niedbale i bezkrytycznie. Jest więc tu mowa o „kościach od natury wyrobionych“ i o znajdowaniu się w Polsce takich ziem, „z których wykopują naczynia w ziemi wyrobione od natury, jako to dzbanki, miseczki, garnuszki“. Wogóle całe to dziełko niewielkiej jest wartości.

W znacznej mierze wyciągiem z Rzączyńskiego są wiadomości o minerałach „znajdujących się w Polsce, Litwie y prowincjach odpadłych“, zebrane w Historji naturalnej Królestwa Polskiego, napisanej przez księdza R. Ładowskiego (Kraków, 1783). Ładowski jest tak dalece mało samodzielny, że nawet przedmowę do swego dziełka wziął w połowie żywcem z Rzączyńskiego. I tutaj jeszcze pokutują opowieści o garnkach ziemnych i o kościach ziemnych, od natury uformowanych, za dawnemi powtarzane pisarzami; trafiają się jednak też opisanja „na własnem doświadczeniu i oglądaniu“ oparte. Ks. Ładowski umiał trafić do gustu współczesnych czytelników, książka bowiem jego doczekała się 2-ch wydań i została nawet na niemiecki przełożona. Zasługą jego jest, że popularyzował przewodnią myśl Rzączyńskiego o konieczności poznania kraju ojczystego pod względem przyrodniczym.

Na tle wyżej przytoczonych książek przelomowe poniekąd zjawisko stanowi praca ks. K. Kluka: Rzeczy kopalnych, osobliwie zdatniejszych, szukanie, poznanie i zażycie (Warszawa, 1781). Ks. Kluk mineralogiem nie był. Przystępując jednak do napisania swego dzieła, umiał sobie wyszukać odpowiednie wzory i dzięki temu zdołał pracę swoją utrzymać na poziomie wiedzy współczesnej. Oparł się mianowicie na pracach wybitniejszych mineralogów niemieckich z czasów przedwernerowskich, jak Lehmann i Wallerius, których najczęściej cytuje. Do tych, na których się powołuje, należą jeszcze Linneusz, Woltersdorf, Cronstedt, Henckel, Becher, Agricola,... z chemików

Marggraff, Stahl i inni. Autor nie miał zamiaru pisać dzieła ściśle naukowego. Zgóry nadał on swej pracy charakter skromniejszy dzieła, mającego czynić przysługę „gospodarującemu tylko, nie zaś głębokiemu naturalistowi lub chimistowi“ (I. 201). W wielu miejscach (I: 8, 11, 78, 140; II: 3) podkreśla on ten charakter dzieła, nie dając o nim zapomnieć swojemu czytelnikowi. W założeniu więc swojem dzieło to jest mineralogją popularną, połączoną z technologją ciał kopalnych.

Kluk zrywa stanowczo z wszelką cudownością. Rozprawa się z wiarą w skuteczność zażywania różdżki wieszczbiarskiej (virga divinatoria) przy poszukiwaniu ciał kopalnych; mówi o różnicy między chemją i alchemją i wykazuje „iż umiejętność alchimizna obłudna jest“; nazywa wreszcie poprostu baśniami powieści o nadprzyrodzonych „cnotach“ różnych klejnotów. Zastrzega się on także przeciwko poszukiwaniu w biblii argumentów na poparcie różnych rozumowań z zakresu mineralogji (i geologii), zaznaczając z naciskiem, że „Pismo Św. nie ściąga się do historii naturalnej, ale do wiecznego uszczęśliwienia ludzi“ (I. 260). Nie zawsze jednak o tem zastrzeżeniu pamięta.

Kluk zaznacza, że pisze swoją książkę „dla niechimików“. Dla ścisłego związku mineralogji z chemją musi on jednak nieraz o tę ostatnią potracić. Były to zaś czasy, kiedy w chemji niepodzielnie jeszcze panowała doktryna flogistonowa. W świetle tej doktryny „jest ziemia niby palna, terra inflammabilis, phlogiston, albo sposobna do palenia się płomieniem. Ta się pokazuje i w samych metalach... Te, gdy utracą swoje cząstki palne, utracają oraz płynność i kształt metalu, co się osobliwie dzieje przez kalcynację. Kiedy się im więc przez węgle i inne przydane rzeczy przywracają cząstki palne (phlogiston), znowu się w metal obracają“ (I. 55; II. 309). Nie wszystko dawało się tą chemją wyjaśnić. Mówiąc o minji, która się robi przez palenie ołowiu na ogniu, Kluk zaznacza: „Jest to rzecz osobliwsza, że się więcej odbiera minji, niżeli się wzięło ołowiu, i z 11, a częstokroć 10 funtów ołowiu bywa 12 funtów minji“.

W rozwoju polskiego słownictwa mineralogicznego praca Kluka ważnym jest etapem. On pierwszy wprowadził takie

wyrazy, jak kwarzec, szpat¹⁾, łupek, lyszczak, rogowiec; on też używa już takich wyrażen, jak „krystalizacja“, „sól kuchenna krystalizuje się w kostkę“, „ałun krystalizuje się cząstkami ośmiobocznymi“, „kął przytępiony“. Nie dopuszcza się on niepotrzebnego spolszczania nazw minerałów, ogólnie w mineralogji przyjętych, zaznaczając, że talk, onyks, kwarzec, jaspis, agat, szpat we wszystkich językach podobną nazwę noszą. W osobnym rozdziale wyjaśnia: „kruszcze co są“ (II. 137—139. Pięknego tego wyrazu używa w tem właściwem jego znaczeniu, w jakim spotyka się on u zielnikarzy naszych wieku XVI-go. Niekiedy jednak musi tworzyć nowe nazwy. Ostrzega wtedy, że „kiedy niemcy, najtroskliwsi o rzeczy kopalne, najbardziej się około nich rozpisali, i ja też, tak o kamieniach, jako i dalej o kruszczach pisząc, wszędzie niemieckie przypiszę nazwiska, a gdzie polskiego niedostawać będzie, niemieckie na polskie przerobię“. W ten sposób powstały takie nazwy jego, jak piaskokrusz, płowokrusz, tęgokrusz, piórokrusz, żółtokrusz i inne, które oczywiście utrzymać się nie mogły, jako z duchem języka niezgodne.

O występowaniu różnych ciał kopalnych w Polsce pisze Kluk li tyle, ile mu się z pism swoich i obcych autorów dowiedzieć udało. O siarce np. znajdujemy w nim taką wiadomość: „Namienia Lehmann w swojej mineralogji i inni zagraniczni pisarze, że się znajduje i u nas w Polsce... Gdzieby takowe miejsca na pożytek obracano, dowiedzieć się nie mogłem; znajduję tylko w naszych pisarzach w Lipskim i Kromerze, że w Krakowskim mają siarkę Swoszowice“. Do przytaczanych przez niego w tym względzie autorów należą Starowolski, Opaliński, Tylkowski, Długosz, Petrycy, Oczko i inni. Wśród tych jednak, na których się powołuje, niema wcale, rzecz ciekawa, Rzeczyńskiego.

Ks. Kluk pisze językiem prostym, jasnym, stylem prawie gawędziarskim, znalazł więc sobie licznych czytelników. Dzieło jego doczekało się 3-ch wydań i było zaliczone przez Komisję Edukacyjną w poczet podręczników szkolnych.

¹⁾ Kwarc i spat w postaci łacińskiej, jako quarzum i spatum, pojawiają się już w Auctuarium Rzeczyńskiego.

Wolno przypuszczać, że w przeciwieństwie do dzieła Kluka bardziej naukowy charakter miał „Podręcznik mineralogii“, napisany z inicjatywy Towarzystwa do ksiąg elementarnych przez Jana Jaśkiewicza, pierwszego profesora historii naturalnej i chemji w zreformowanym Uniwersytecie Jagiellońskim. Podręcznik ten, niestety, nie został wydrukowany, a rękopism jego, znajdujący się dawniej w bibliotece Akademji Krakowskiej¹⁾ z wielką krzywdą dla dziejów myśli mineralogicznej w Polsce uległ zatraceniu.

Jan Jaśkiewicz studja uniwersyteckie kończył w Wiedniu i tamże r. 1775 uzyskał stopień doktora filozofji i medycyny. Rozpoczyna on szereg tych uczonych polskich, którzy wiadomości o występujących w Polsce ciałach kopalnych szukali nie w starych drukach, lecz na gruncie, w wiecznie dla człowieka otwartej księdze natury. W r. 1782, przed objęciem katedry w uniwersytecie, odbył on podróż po województwach krakowskim i sandomierskim, które objechał w celu badania ich pod względem mineralogicznym i botanicznym. Za świadectwem Jana Śniadeckiego odkrył on wtedy kopalnie węgla w Krakowskim. O innych „produktach kopalnych“, które w podróży po dwóch wymienionych województwach poznał, Jaśkiewicz mówi szczegółowo w swojej „Dyssertacyi na publicznej sessyi Szkoły Głównej Koronnej w przytomności Najjaśniejszego Pana czytanej w Krakowie dnia 25 czerwca 1787 roku“. Z dysertacji tej, z kilku innych prac, drukiem ogłoszonych, wreszcie z tego, co o Jaśkiewiczzu mówili Kołłątaj i Jędrzej Śniadecki, widać, że był on biegłym chemikiem i mineralogiem. Żałować więc należy, że obowiązki nauczycielskie sprawował tylko przez pięć lat (1783—1788). W r. 1790 objął on zarząd kopalni węgla w dobrach biskupstwa krakowskiego. Od tej chwili działalność jego naukowa ustaje.

W historii mineralogji w Polsce zaznaczył się on także tem, że ułożył „Tablice mineralogiczne“, które w gimnazjach długo służyły za podstawę do wykładu tej nauki, choć nigdy nie były drukowane.

¹⁾ Ob. W. Leppert. Rys rozwoju chemji w Polsce do r. 1830. Warszawa, 1918 (str. 23).

Drugim naturalistą, który przyczynki do mineralogji Polski gromadził drogą bezpośrednich obserwacyj na gruncie, był Jan Filip Carosi, dyrektor górnictwa za Stanisława Augusta. Z polecenia króla w latach 1778, 1779 i 1780 badał on najwybitniejsze pod względem górniczym miejsca południowo-zachodniej Polski, a wyniki swych badań ogłosił w dziele: „Reisen durch verschiedene polnische Provinzen mineralogischen und anderen Inhalts“. Dwutomowe to dzieło, dzisiaj niezmiernie rzadkie, wyszło w Lipsku w latach 1781 i 1784. Trzeci jego tom, który nie został wydany, miał obejmować mineralogiczno-górniczny opis hrabstwa Tęczyńskiego, Poręby, Lipowca, Chrzanowa i księstwa Siewierskiego.

Jednym z główniejszych celów tych podróży górniczych było rozpoznanie miejsc, które dawały nadzieję odkrycia pokładów soli kamiennej lub przynajmniej obfitych solanek. Społeczeństwo bowiem ówczesne żywo odczuwało utratę odwiecznych żup solnych Wieliczki i Bochni, zagrabionych przez Austrię w pierwszym rozbiorze Polski. Słuchy o znajdowanych jakoby tu lub owdzie śladach soli skwapliwie były chwywane i docierały nawet do tronu. Z powodu tych słuchów Carosi zbadał cały szereg miejscowości, jak wieś Łoniów w Sandomierskiem, Nowe Miasto Korczyn, Czarkowy, Bejsce, Długnia pod Krakowem, Owczary i Busko. Badaniom tego ostatniego miejsca i jego okolic poświęca Carosi kilka rozdziałów swego dzieła.

Dużo także cennych wiadomości podaje Carosi o zwiedzonych przez siebie kopalniach rud żelaznych, kruszców ołowianych i miedzianych. Ważne są zwłaszcza wiadomości o niektórych kopalniach w okolicy Kielc i Chęcín, jak kopalnie w Górnicy, Bolechowicach, w Chęcińskiej Górze Zamkowej i w Miedziance. Daje on spisy zebranych tu minerałów i opisuje je szczegółowo „metodą wernerowską“, jak sam zaznacza w przedmowie do II tomu. Do często wymienianych i opisywanych minerałów należą osobliwie różne gatunki krzemionki, „zarówno pospolite, jak szlachetne“ (chalcedon, agat...). Sposób występowania krzemienia w wapieniach zrodził w nim przekonanie, że minerał ten powstaje z wapienia, i gorąco polemizuje z tymi, co możliwości takiego powstawania przeczą (I. 155). Spostrzeżenia, tyjące się

tej przemiany, i przypuszczenia co do sposobu, w jaki się ona odbywa, wyłożył obszerniej w dziełku, ogłoszonym w Krakowie w r. 1783 pod tytułem: „Sur la génération du Silex et du Quarz en partie. Observations faites en Pologne“. Dziełko to należy do wielkich rzadkości, gdyż dla małej pokupności cała jego edycja poszła na makulaturę.

Za przyczynki do mineralogji Polski, oparte na spostrzeżeniach na gruncie robionych, uważać można dwie jeszcze książki. Ks. Józefa Osińskiego, pijara, „Opisanie polskich żelaza fabryk“ (Warszawa 1782) zawiera opis 48 gatunków rudy żelaznej krajowej, występującej przeważnie w powiatach opoczyńskim i radomskim, głównem siedlisku ówczesnego naszego przemysłu żelaznego. Dzieło to dorzuca do skarbcza polskiego słownictwa mineralogicznego i górniczego wiele słów, zapisanych z ust górnika naszego, jak np. obłazg, ruda obłazgowa, ciąglica, wierzchnica, utknąć, utykać (o żyłe) i in. W ostatnim rozdziale książki, po zaznaczeniu, że „w czasach łaźniejszych wielu w mineralogji smakować zaczyna“, ks. Osiński, dla uczynienia przysługi tym, co by wiadomości swe pogłębić chcieli, przytacza autorów, którzy w tej materji pisali. W ramach tego spisu, ułożonego nader starannie i umiejętnie, mieściła się rzeczywiście cała szkoła mineraloga z końca XVIII-go wieku.

Drugą z pomienionych książek, znacznie zresztą uboższą w treść mineralogiczną, jest wydane bezimiennie w Warszawie r. 1791 dziełko Hipolita Kownackiego: O starożytności kopalni kruszców, wyrabiania metalów, czyli robót górniczych, w kluczu Sławkowskim, w dobrach niegdyś do Biskupa Krakowskiego należących.

Na zakończenie należy tu wspomnieć o jednym jeszcze mineralogu czasów Stanisławowskich. Jest nim Michał Jan Borch, wojewoda bełzki, syn sześćcio-miesięcznego kanclerza wielkiego koronnego, Jana Borchy. Formalnemi tylko więzami złączony z krajem, którego był obywatelem, nie brał żadnego udziału w jego umysłowem życiu, tak mocnem wtedy tętnem bijącym. Mineralogiczne jego prace, które ogłaszał zagranicą w języku francuskim, poświęcone są opisowi bogactw kopalnych Sycylji, w której bawił 2 lata w czasie swych zagranicą podróży i do

której, „choć cudzoziemiec, wielkie żywił przywiązanie“. Prace te zjednały mu duże uznanie w świecie ówczesnych miłośników mineralogji, „ponieważ — jak pisze jeden z nich — znakomity autor dostarcza wiadomości o kraju, mniej dotąd znanym, niż niektóre prowincje Ameryki“. Oto wykaz prac Borch'a:

1. Mémoire sur le suc lapidifique, 1774. 2. Lythographie Sicilienne. Neapol, 1777. 3. Lythologie Sicilienne. Rzym, 1778. 4. Minéralogie Sicilienne docimastique et metallurgique suivie de la Minerhydrologie Sicilienne. Turyn, 1780. 5. Lettres sur la Sicile et sur l'île de Malthe. Turyn, 1781.

W „Litologii“ i w „Mineralogji Sycylii“ wspomina wielokrotnie o swojej „Teorji wulkanów“, która miała być wkrótce ogłoszona.

W dziełach Borch'a spotkać się można z niektórymi poglądami, które dopiero znacznie później stały się w geologii i mineralogji panującymi. Np. w „Litologii Sycylii“ mówi o dwóch rodzajach sił, działających w naturze: siłach gwałtownych i siłach działających zwolna, stopniowo, w sposób niewidoczny (str. 15). Jest on zdania, że długie działanie drugich może doprowadzić w wyniku ostatecznym do przeobrażeń bardziej doniosłych, choć nie jest tak uderzające, jak działanie pierwszych (str. 10, 11). Pogląd ten dopiero w kilkadziesiąt lat później ustalili się w geologii pod wpływem Ch. Lyella.

Zbiory mineralogiczne. Historia zbiorów przyrodniczych polskich sięga połowy wieku XVII-go. Z tego bowiem czasu pochodził gabinet historii naturalnej, zebrany przez Marcina Bernitza, lekarza nadwornego Jana Kazimierza. Po śmierci swego założyciela gabinet ten przeszedł w posiadanie ks. Dominika Radziwiłła, który go nabył od syna zmarłego za 6000 talarów. Wiemy już, jaką przysługę oddały Rzeczyńskiemu w pierwszej ćwierci XVIII wieku muzea przyrodnicze gdańskie, a wśród nich przedewszystkiem muzea Kleina i Gottwalda. Bujny rozkwit nauk przyrodzonych w wieku XVIII-ym, wielkie podróże badawcze od połowy jego podejmowane przez naturalistów lub z ich udziałem, rozgłos, jaki sobie zjednała na ten właśnie wiek przypadająca działalność takich uczonych, jak Linneusz i Buffon, wszystko to sprawiło, że upodobanie do historii

naturalnej upowszechniło się w najszerszych warstwach społeczeństw europejskich. Zarazem upowszechnia się zamiłowanie do tworzenia zbiorów przyrodniczych i staje się poniekąd jedną z cech tych czasów. Ruch ten szybko przeschecia się na grunt Polski. W części przyczyniają się do tego ściągani z zagranicy naturaliści cudzoziemscy, jak np. francuz Gilibert, profesor szkoły lekarskiej w Grodnie, a później Szkoły Głównej litewskiej w Wilnie, lub następca jego, Jerzy Forster, który wraz z ojcem, Janem Reinholdem Forsterem, brał udział w drugiej podróży Cooka naokoło ziemi. Zamiłowanie do tworzenia zbiorów przyrodniczych jeszcze bardziej rozwijało się pod wpływem tych rodaków, którzy z wycieczek do zagranicznych ognisk kultury umieli odnieść rzetelną korzyść duchową. Takim był Michał Jerzy Mniszech, który, będąc mianowany przez Stanisława Augusta członkiem Komisji Edukacyjnej, podał w r. 1775 projekt założenia „Musaeum Polonicum“. Przyświecały jego myśli wzory takich zagranicą zakładów, jak Instytut Boloński i Muzeum Brytańskie. Rozumie on jednak, że przytrudno byłoby Polakom dorównać „narodom słusznie chlubiącym się z pierwszych światła promieni. Chwyćmy się — mówi — środków tańszych, prędszych, łatwiejszych, a tenże prawie pożytek przynoszących. Zatrzymajmy się w obrębach granic ojczyzny, poznajmy własny kraj, oszacujmy jego bogactwa, wybadajmy, co nam natura użyczyła. Wynalazki te naszą ciekawość wskrzeszać, starania zastanawiać, umysły zagrzewać powinny“.

Do projektowanego Musaeum Polonicum wchodzić miał „zbiór marmurów, alabastrów i innych kamieni, zwłaszcza krajowych, gdzie mieścić się mogą drzewa różne skamieniałe. Siarki, bursztyny, suxyna, bitumina i liczne gatunki fossyles niemniej wy badań naszych celem być powinny. Równie minerałów, kruszców i półkruszców poznanie i zebranie z wyrażeniem miejsc, gdzie się znajdują, i wartości w nich się zawierającej, ziem, glin, piasków wielorakie gatunki zaradzają się, gdyż i doskonaleniu rolnictwa i rozkrzewiającym się fabrykom skutecznie służą“.

„Jaka korzyść—powiada w zakończeniu swego memorjału— z wprowadzonych i zachęconych tych nauk w kraju wyniknie, każdy dobrze myślący, dobrze życzący łatwo oszacuje. Zarzuca

może nakłady potrzebne, odpowiem na to, że bez kosztu, bez starań żadnego doskonałości stopnia nie osiągniemy. Dwadzieścia tysięcy złotych polskich do roku, oszczędnym powierzone rękóm, pierwszym zapewne wystarczą początkóm. Przyłączą się z czasem obywatele do tak pożytecznego dzieła, tylokrotne przykłady w Anglii zagrzeją pewnie naszą w tej mierze oziębłość. Zarzucą jeszcze niedostatek ludzi do tego przedsięwzięcia zdatnych, znajdują się zawsze, gdy pilnie szukani, stworzą się, gdy kierowani i zachęceni. Zarzucą może trudność podobnych zbiorów, ułatwią te zawady czas, okoliczności, oświecenie. Wreszcie zarzucą niektórzy niepotrzebę podanych zamysłów — tym nic odpowiedzieć nie umiem“.

W pełnem zrozumieniu znaczenia gabinetów historii naturalnej, jako niezbędnych środków pomocniczych do jej nauczania, zaczęto je zakładać przy różnych szkołach. Historia gabinetu mineralogicznego uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie zaczyna się od r. 1780, t. j. od reorganizacji tej starodawnej uczelni. Do pierwszych fundatorów tego gabinetu należał książę prymas Michał Poniatowski. Drugie miejsce zajmował Kołłątaj, jako ofiarodawca kilkuset sztuk minerałów z Czech, Saksonji i Węgier. Przyczynili się także do pomnożenia zbiorów profesorem Scheidt i Jaśkiewicz. Początki gabinetu mineralogicznego Szkoły Głównej litewskiej w Wilnie łączą się z nazwiskami profesorów Sartoriusa, Giliberta i Forstera. Nie zabrakło i tutaj ofiarodawców, którymi byli Michał ks. Ogiński i ks. kanonik Jan Wichert. O zbiorze minerałów przy założonej przez Stanisława Augusta szkole lekarskiej w Grodnie dowiadujemy się niektórych szczegółów z dzieła astronoma berlińskiego Jana Bernoullego: *Reisen durch Brandenburg, Pommern, Preussen, Curland, Russland. und Pohlen* (Lipsk 1780). Tenże Bernoulli opisuje zbiory mineralogiczne, które zwiedzał w Warszawie podczas swojego w niej pobytu w r. 1778. Było ich cztery: 1) zbiór księcia Stanisława Poniatowskiego, bratanka królewskiego; 2) zbiór J. F. Carosiego, dyrektora górnictwa; 3) zbiór księcia Michała Ogińskiego i wreszcie 4) zbiór króla Stanisława Augusta, stanowiący część jego osobistego gabinetu historii naturalnej.

Wszystkie te zbiory gały wobec zbiorów Anny księżny Jabłonowskiej, wojewodziny braclawskiej¹⁾. Niepospolita to postać! Prof. Rostafiński w studjum jej poświęconem pisze: „Jeżeli kiedy przyjdzie czas na to, że badania historyczne zwrócą się u nas ku historii kultury, dwie kobiety doczekają się przede wszystkim monografji; z cudzoziemek Bona, z Polek nie kto inny, jak Anna z książąt Sapiehów księżna Jabłonowska“. Usprawiedliwia ona w zupełności to zdanie wielostronną działalnością, którą rozwijała w rozległych swych posiadłościach, w trzech swych, jak je nazywała, państwach. Rezultat tej działalności najlepiej oświetla obiegający w swoim czasie całą Polskę dwuwiersz księcia biskupa warmińskiego:

Wszystkim chłopom, mieszczanom tego losu życzę,
Jaki mają Wysokie, Kock i Siemiatycze.

Nas tutaj księżna Jabłonowska zajmuje jako niepospolita na swój czas przyrodniczka. Była ona bardzo wykształcona. Znajomość gruntowna łaciny, języków niemieckiego i francuskiego dała jej klucz do literatury wszechświatowej. Reszty dokonały liczne jej podróże po Hiszpanji, Włoszech, Francji, Szwajcarii i Holandji. Zamiłowanie do historii naturalnej rozwinęło się w niej wcześniej. Największe upodobanie miała do botaniki i mineralogji, ale lubiła i zwierzęta. Zamiłowanie to znalazło swój wyraz w zgromadzonych przez nią zbiorach przyrodniczych. Gromadziła je lata całe, nie wahając się w swych podróżach zagranicą zakupywać nawet całego jakiegoś zbiorku, jeżeli tylko były w nim jakieś okazy, które jej wpadły w oko. Sądząc z wiadomości, jakie o gabinecie historii naturalnej księżny Jabłonowskiej znajdujemy w opisie podróży Bernoullego, miał on już w r. 1778 i 1779 dosyć pokaźne rozmiary. W czasach późniejszych zajmował on w rezydencji księżny w Siemiatyczach na Podlasiu, w ziemi drohickiej, pięć wielkich sal, z których jedna mieściła w sobie „kruszcze w naturalnych i sztucznych kształtach

¹⁾ Ustęp ten wzięty w całości z pracy prof. J. Rostafińskiego p. t. Księżna wojewodzina braclawska jako przyrodniczka, umieszczonej w tomie 2-im Księgi pamiątkowej ku czci Bolesława Orzechowicza. Lwów, 1916 (str. 280—303).

i wszelkie płody z wnętrza ziemi pochodzące". Stanisław August, bawiąc w Siemiatyczach w przejeździe do Grodna na sejm 1794 roku, oglądał te zbiory szczegółowo trzy dni i część nocy. Daje to wyobrażenie, jak były mnogie. Że należały one do najznakomitszych w Europie, widać z tych danych, które prof. Rostafiński podaje o różnych głośniejszych zbiorach przyrodniczych Włoch, Francji i Niemiec, a przedewszystkiem o rozmiarach *Muséum d'histoire naturelle* w Paryżu za czasów, kiedy księżna wojewodzina w tem mieście bywała. Znamstwo, zamiłowanie przedmiotu i nieliczenie się z wydatkami złożyły się na tę bezcenną kolekcję.

Niezaprzeczone są wpływy księżnej wojewodziny Braclawskiej na rozwój nauk przyrodniczych we współczesnej naszej literaturze. Wpływ taki można udowodnić co do dzieł historii naturalnej ks. Ładowskiego, prawdopodobny jest on w tłumaczeniu dzieła rolniczego Mitterpacha przez ks. Cyprjana Zapolskiego, ale najwybitniejszy i najważniejszy jest w stosunku do prac ks. K. Kluka. Pewną jest rzeczą — mówi prof. Rostafiński, — że nie mielibyśmy takich pism księdza Krzysztofa Kluka, jakie mamy, gdyby nie zbiory Siemiatyckie wraz z ich biblioteką. A jest to przecież największy nasz naturalista wieku XVIII-go!

W czasie rewolucji Kościuszkowskiej księżna przeniosła swe zbiory do Warszawy. „W początku rewolucji — mówi Paulina Wilkońska — złożyła księżna Rzeczypospolitej w ofierze to, co miała najdroższego: gabinet i bibliotekę, a brat jej męża, ksiązę Jabłonowski na umieszczenie tychże oddał swój pałac w Warszawie (dzisiejszy ratusz) oraz fundusz odpowiedni na ich utrzymanie i służbę potrzebną, nawet i na pomnażanie zbiorów zakupami nowemi. Lecz odpowiedziano jej, iż Rzeczpospolita nie potrzebuje teraz osobliwości, tylko pieniędzy i broni. Urażona i rozżalona, że pogardzono jej darem, przedmiotem tylu starań gorliwych, najwyższego zamiłowania i zabiegów jej całego niemal życia, odrzekła tylko, że jako kobieta broni nie posiada“.

Po jej śmierci, zaszłej 3 marca 1800 r., spadkobiercy sprzedali zbiory Siemiatyckie cesarzowi Aleksandrowi I za 50.000 dukatów. Podobno suma ta była ledwo częścią tego, co one

kosztowały. Wywieziono je do Moskwy, a może po części i do Petersburga.

III.

Od chwili utworzenia w zreformowanych szkołach wyższych Polski stałych katedr historii naturalnej rozwój mineralogji wiąże się ściśle z losami tych katedr i musi być rozważany porządkiem poszczególnych miast uniwersyteckich. W początkach w. XIX cztery były uniwersytety na ziemiach polskich. Z tych trzy tylko służyły swojemu narodowi. Czwarty, lwowski, już po pierwszym rozbiore przez zaborczy rząd austriacki został wyzuty z charakteru polskiej instytucji naukowej.

Jednym z głównym warunków pomyślnego rozwoju szkół wyższych jest dostateczna stałość stosunków zewnętrznych i należyte uposażenie w środki materialne. Po ostatnim rozbiore warunek ten w stopniu najwyższym posiadało szkolnictwo polskie w zaborze rosyjskim. To też uniwersytet Wileński w podwójnym swym charakterze instytucji służącej celom nauczania i przyczyniającej się do postępu wiedzy pierwsze zajął miejsce wśród ówczesnych polskich szkół wyższych. Antytezą jego był poniekąd prastary uniwersytet Jagielloński w Krakowie. W czasie od 1794 do r. 1815 Kraków wchodził w skład czterech różnych organizmów państwowych. Każda zmiana stosunków zewnętrznych odbijała się zaraz na urządzeniach uniwersytetu i na biegu prac jego. Trzeba podziwiać hart ówczesnego pokolenia, które w tych ciągłych zmianach nie doszło do ostatecznego zniechęcenia, lecz wciąż wracało do przerwanej działalności twórczej. Duch wielkiego reformatora prastarej wszechnicy i jego hasło: *nil desperandum* zagrzewały widocznie do wytrwania grono tych pracowników nauki. Kształtowała się powoli dyrektywa dla mających niebawem nadejść znacznie cięższych lat niewoli: niech żywi nie tracą nadziei i przed narodem niosą oświaty kaganiec.

W mineralogji tego okresu górują nazwiska Haüyego i Wernera, którzy uważani są za tych, co nadali jej nową postać i na nowe pchnęli ją tory. Imiona obu szerokiego zażywają rozgłosu w wykształconych kołach Polski, pomimo tych ciężkich czasów, które ona w upadku swoim przeżywała. Mężowie stanu nawet zapoznają się z ich nauką. Staszic, jako geolog, hołduje

poglądom Wenera, w mineralogii jednak oddaje pierwszeństwo terminom Haüyego. Kołłątaj, pisząc po upadku Polski w więzieniu Ołomunieckiem dzieło swoje „O początkach rodu ludzkiego“, na geologicznych poglądach Wenera stara się oprzeć swoje wyjaśnienie potopu powszechnego. Wreszcie Józef Wybicki „powziął szczególne przywiązanie do mineralogii i geologii, będąc w szkole sławnych dwóch twórców tej umiejętności, w Paryżu pana Haüy, w Frejbergu pana Wenera“¹⁾. Sława Wenera ściągała do Frejberga wielu Polaków. Z tych, co pozostawili jakiś ślad swej działalności w nauce, wymienić należy, jako uczniów jego, Symonowicza, Tomaszewskiego, Borkowskiego. Wielu nie przestawało na wyniesionych z Frejberga naukach i śpieszyło po uzupełnienie ich do Paryża. Przeciż w uznaniu „szczególnej troskliwości i gorliwości w dopomaganiu młodzieży polskiej, szukającej oświecenia w Paryżu“ Towarzystwo Warszawskie Przyjaciół Nauk mianuje w r. 1820 swoimi członkami Karola Biota i Justusa Haüyego, członków Instytutu Francuskiego.

A. WILNO.

W Szkole Głównej litewskiej nie było samodzielnej katedry mineralogii. Wykładali ją profesorowie historii naturalnej, jak Gilibert, Forster, Spitznagel, wreszcie Jundziłł. Rezultaty wykładów nie musiały być świetne, sądząc ze skromnej rozprawki Jundziłła²⁾, która jest jedynym znanym śladem ich w literaturze. Nie było też wówczas dobrego gabinetu mineralogicznego. Dopiero z zamianą Szkoły Głównej litewskiej na uniwersytet cesarski pomyślano o utworzeniu oddzielnej katedry mineralogii, a na jej profesora powołano Romana Symonowicza. Symonowicz (ur. 1763, zm. 1813) od r. 1801 przebywał zagranicą, gdzie studjował mineralogję pod kierunkiem Wenera. Wrócił z ogromnemi zapasami minerałów, zebranych z niemałym

¹⁾ Pamiętniki Józefa Wybickiego, senatora wojewody Królestwa Polskiego. Lwów, 1881. Str. 165, 170—173.

²⁾ Dissertacya mineralogiczno-geograficzna o krajach, gdzie się kruszce znajdują, i o wielkości rocznego ich wydobywania ... przez X. B. S. Jundziłła, hist. nat. viceprofesora. W Wilnie. Roku 1798.

nakładem przemysłności i znanstwa. Symonowicz na wykład mineralogji obracał 5 godzin tygodniowo. Zaczynał od wykładu historii mineralogji, a potem przechodził do układów mineralogicznych Haüyego i Wernera. Wykładał charaktery minerałów według Wernera, zaznaczając zarazem charaktery krytalograficzne, podług których Haüy opisywał minerały. Była to niejako mineralogja ogólna. Poczem dopiero następowała t. zw. oryktognozja, czyli nauka o minerałach poszczególnych, ilustrowana pokazami minerałów, nauką poznawania ich według charakterów zewnętrznych, opisem zastosowań praktycznych, składu chemicznego i wreszcie wiadomością o miejscach ich występowania. Po wyłożeniu oryktognozji przechodził do geognozji czyli nauki o ziemi. Według Symonowicza nauka ta była „dziełem sławnego Wernera: przed nim ani rysu jej nie było; dziś nawet znajomą będąc tylko uczniom tego mineraloga, nie jest jeszcze nauką powszechną. Jest ona wcale różna od geologji, o której Buffon, De Luc, Dolomieu, Lametterie, Hutton, Kirwan, Patrin i wielu innych tyle napisało“. Zaznajamiał więc Symonowicz słuchaczy swoich z poglądami Wernera na powstanie kuli ziemskiej z rozpuszczenia, podobnego do rozpuszczenia w wodzie, z nauką jego o pokładach i warstwach skał, wreszcie z podziałem skał czyli gór na pierwiastkowe, przechodowe, warstwowe, napływowe i wulkaniczne. Mówił, w których skałach zawierają się minerały metaliczne czyli kruszce, o żyłach i warstwach kruszcowych, o gniazdach i innych sposobach znajdowania się w ziemi kruszców. Kończył wykłady swoje nauką o dobywaniu minerałów z ziemi.

W r. 1806 Symonowicz wydał dziełko p. t.: O stanie dzisiejszym mineralogji. Dziełko to jest nader interesujące, przedstawia bowiem w najogólniejsze zarysy ujęty wykład mineralogji i geologji Wernera. Znajdujemy tu nadto „wykład systematu mineraloga francuskiego Haüy“, a raczej zbiór zarzutów, które temu systematowi robili zwolennicy profesora frajberskiego. Wyraz mineralogja używany był przez Wernera w szerszem, niż dzisiaj, znaczeniu. Na mineralogję Wernerowską składało się pięć oddzielnych nauk: oryktognozja, mineralogja chemiczna, geognozja, mineralogja geograficzna i wreszcie mineralogja ekonomiczna.

Mineralogja więc Wenera obejmowała zarówno właściwą mineralogję (oryktognozję), jak geologję (geognozję). Przełomową datą w dziejach mineralogji jest, według Symonowicza r. 1774, w którym Werner opublikował swój traktat o charakterach zewnętrznych ciał mineralnych. „Od czasu, w którym to pismo ukazało się, trzeba rachować epokę, kiedy mineralogja zaczęła być prawdziwie umiejętnością: od tego czasu zaczęła ona postępować w doskonaleniu się krokiem bardzo szybkim“... „Professor Freyberski postawił mineralogję na stopniu równym, a z wielu względów nawet wyższym, niż są inne umiejętności fizyczne“. Przystępując do przedstawienia układu oryktognostycznego Wenera, Symonowicz obszernie wykazuje, dlaczego układ ten nie mógł być oparty na wynikach rozbiórów chemicznych. Główną przyczyną był brak dostatecznej ścisłości w metodach ówczesnych analiz i rozbieżność ich rezultatów. „Chimja, doskonaląc się coraz bardziej, doskonalili też swoje sposoby rozbiorowe, a ztąd wypadki z rozkładów chemicznych tychże ciał mineralnych muszą koniecznie coraz być odmienne... Nadto z kilku rozbiórów jednegoż minerału, z których każdy w wypadkach swoich jest różny, nie można wiedzieć, który z nich jest prawdziwy. Z tego rzecz jest jasna, że układ oryktognostyczny, zasadzony na pierwiastkach minerałów, należałoby odmieniać bezprześcannie tak, jak się odmieniają pierwiastki w laboratorjach chemicznych“.

W układzie Wenera, „pierwszego mineraloga wieku naszego“, minerały dzielą się na gatunki, których pewna liczba stanowi rodzaje, te zaś skupiają się w klasy. „Gatunki powinny stanowić oddziały minerałów, które w swych indywiduach największą zgodę co do istotnych pod zmysły podpadających stosunków, między sobą zaś wyraźną różnicę pokazują. Albo, co jedno jest, indywidua jednego gatunku powinny zgadzać się z sobą w istotnych pod zmysły podpadających stosunkach, ale rozmaite gatunki, porównane z sobą, powinny pokazywać wyraźną różnicę. Więc każdy minerał, mający pewną liczbę własności statecznych, z których wszystkie albo niektóre do niego jedynie należą, powinien stanowić gatunek w oryktognozji. I ta jest definicja gatunku“... „Należność do jednego gatunku poznaje się z charakterów zewnętrznych każdego minerału. Przez charaktery

zewewnętrzne rozumieją się pewne znaki powierzchniowe i własności minerałów fizyczne, łącno i prędko pod zmysły nasze podpadające, i które postrzegamy nie niszcząc spojenia czyli agregacji minerału i nie czyniąc z nim doświadczeń fizycznych“.

Charaktery zewnętrzne, używane przez Wenera do poznawania i oznaczania minerałów, były następujące: 1) kolor; 2) postać zewnętrzna; 3) blask; 4) odłam i postać ułamków; 5) skład z masy jednej lub z wielu sztuk oddzielnych; 6) przezroczystość; 7) skrobina (rysa); 8) farbowanie; 9) stopień twardości; 10) stopień ciągliwości; 11) stopień spojenia części składających; 12) giętkość; 13) lgnięcie do języka; 14) dźwięk; 15) tłuściość lub chudość w dotknięciu; 16) stopień ciepła względem ciała naszego; 17) ciężkość; 18) zapach; 19) smak.

„Żaden z tych charakterów sam jeden nie jest dostateczny: wzięte razem kilka są zupełnie dostateczne do rozpoznania każdego minerału i do znalezienia miejsca, jakie on trzyma w układzie... Nauka o tych charakterach stanowi oddzielny traktat i jest częścią przysposabiającą oryktognozji. Uczący się podług nich mineralogji, lub odprawiający podróż mineralogiczną nie potrzebuje do oznaczenia swoich przedmiotów żadnych innych pomocy i narzędzi prócz młotka i kawałka stali zaostrzonego“.

Werner nie zamykał wprawdzie oczu na pożytki, jakie układowi jego zapewnić mogły badania chemicznych i fizycznych własności minerałów, a nawet postaci foremnej, właściwej minerałom krystalicznym. „Ale używając pomocy, jakie dziś mógł mieć z fizyki, z chimji i z innych nauk, był przedewszystkiem tylko mineralogiem i systemat swój robił dogodny tylko dla mineralogów, nie zaś dla chimików“.

Werner był jasnym, porządkującym umysłem. Dokonał on w mineralogji tego, czego Linneusz dokonał w zoologji i botanice. W nagromadzony w ciągu wieków chaotyczny zbiór wiadomości o ciałach kopalnych wprowadził pewien ład, stworzył język mineralogiczny, „przywiązujący do wyrazów wyobrażenie zawsze toż samo“, wreszcie — przez podanie prostych i łatwych sposobów oznaczania i odróżniania minerałów — dał możność mineralogom różnych krajów porozumiewania się ze sobą. Nauka jego olśniła współczesnych i zjednała mu mnóstwo ślepo jej od-

danych uczniów i wyznawców. Do rzędu ich należał właśnie Symonowicz, „celujący uczeń i poufały przyjaciel profesora freyberskiego“. Tem się tłumaczy, że nie miał on należytego zrozumienia dla poglądów równocześnie z Wernerem rozwijającego działalność naukową mineraloga francuskiego Haüyego.

Haüy doszedł do pewnych wyobrażeń o budowie wewnętrznej kryształów¹⁾ przez badanie ich łupliwości. Spostrzegł on, że kształt łupliwości czyli postać zamknięta otrzymywana przez umiejętne rozłupywanie kryształów, jest stałą dla wszystkich postaci tego samego gatunku mineralnego, stanowiąc niejako ich jądro. Ten kształt łupliwości nazwał on bryłką (postacią) pierwiastkową. Jest tylko sześć różnych form brył pierwiastkowych: równoległoscian, ośmiościan, czworościan, słup sześcioboczny regularny, dwunastościan rombowy i dwunastościan o ścianach trójkątnych (piramida heksagonalna). Przez dalsze mechaniczne dzielenie brył pierwiastkowych dochodzi się do cząstek najdrobniejszych, t. zw. cząstek składających (molécules intégrantes). Są one zawsze postaci foremnej, tej samej we wszystkich odmianach gatunku. Cząstka składająca wszystkich minerałów jest trójściennej postaci: czworościan czyli piramida trójściennej, słup trójściennej i równoległoscian. Cała różnorodność postaci wtórnych danego gatunku mineralnego pochodzi od układania się cząstek składających na bryłce pierwiastkowej blaszkami, zmniejszającymi się już to ze wszystkich stron razem, już też tylko z niektórych. Zmniejszanie się to jest skutkiem prawidłowego ubywania jednego lub kilku rzędów cząstek składających. „Teorja, oznaczając liczbę tych rzędów za pomocą rachunku, może wyłożyć wszystkie znane wypadki krystalizacji według ich praw, a nawet uprzedzić przyszłe odkrycia i wskazać formy, które teraz są jeszcze hypotetyczne, ale kiedyś mogą być przez naturalistów znalezione“. Wypowiadając te słowa w r. 1801, Haüy zaznaczał, że może uprzedzać

¹⁾ Poza dziełkiem Symonowicza dość obszerny, rysunkami objaśniony wykład poglądów Haüyego na budowę wewnętrzną kryształów znajdujemy w jego „Traktacie początkowej fizyki“, przełożonym z francuskiego przez X. Alojzego Korzeniowskiego. Przekład ten doczekał się dwóch wydań (Pierwsze w Połocku, r. 1802, drugie w Wilnie, r. 1806. Tomów 2 in 8°).

empirję i zapowiadać przyszłe odkrycia, co należy zawsze do tryumfów nauki. Przez swoją teorię (zwaną teorią dekrecencji) Haüy pierwszy oparł krystalografię na podstawach matematycznych. Do najważniejszych wyników jego badań należy odkrycie prawa symetrii.

Haüy nie przestawał jednak na rozważaniu kryształów jako form geometrycznych, lecz badał je pod wszelkimi innymi względami. Odkrył on, że najściślejszy związek zachodzi między składem chemicznym, a kształtem krystalograficznym i dlatego przywiązywał wielką wagę do chemicznych badań minerałów. Robił spostrzeżenia nad załamaniem promieni światła w kryształach. Dokonał pierwszych dokładniejszych studjów nad elektrycznymi własnościami minerałów, zwłaszcza minerałów piroelektrycznych. Oznaczał także twardość minerałów, ich ciężar właściwy i t. d. „Wyniki badań krystalograficznych Haüyego — powiada Fr. K. O. Bell w swojej historii mineralogji — były tak wielostronne i tak wielkiej wagi, że należy się zdumiewać, dlaczego współczesna krystalografja Wernerowska w swoim rozwoju prawie wcale ich nie uwzględniała, poprzestając na przybliżonym opisie kryształów zamiast podawania ściśle oznaczonych pomiarów ich kątów“. Słowem Haüy pchnął mineralogję na tory naukowego rozwoju, gdy w koncepcji Wernera pozostawała ona tylko umiejętnością opisową.

W swoich uwagach nad systematem Haüyego Symonowicz okazuje się bardzo jednostronnym wyznawcą kierunku Wernerowskiego. Warto przytoczyć tutaj kilka uwag bardziej charakterystycznych. „Piryt żelazny: opisanie samych postaci kryształów tego kruszcu rozciągnął Haüy na 22 stronicach... Wiadomość o charakterze minerałów geometrycznym dla mineraloga jest najdotychczasowa taka, jaką już dawno Werner podał. Umieć postrzegać bieg blaszek w minerałach blaszkowatych, umieć opisać krótko, dokładnie i zrozumiale każdą postać foremny czyli kryształ — oto cała nauka z krystalografji dla mineraloga“... „Charaktery fizyczne, jako to ciężkość gatunkowa i twardość w porównaniu do ciał innych... są to charaktery wcale niepewne. Własność podwajania przedmiotów przez minerał widzianych w samym tylko spacie wapiennym przezroczytym jest widoczna.

Fosforescencya, magnetyzm, elektryczność są niepewne i nie we wszystkich minerałach przytomne, nadto wyciągają narzędzi. Charaktery chemiczne... wyciągają aparatów chemicznych i długiego potrzebują czasu. Gdyby kto chciał nauczyć kogo mineralogji podług charakterów Haüyego, pokazując na każdym mineralu wszystkie jego własności fizyczne, geometryczne i chemiczne, uczący i uczący się na kursie jednym musieliby wiek swój strawić... „Układ Haüyego może podobać się matematykom, fizykom i innego rodzaju uczonym, mineralogji nie znającym, ale nigdy nie będzie przyjęty od doskonałych mineralogów“... „Mineralog francuski odłącza geognozję od mineralogji, ale te dwie nauki tak z sobą są złączone, że jednej bez drugiej umieć doskonale niepodobna. Oryktognozja, którą Haüy nazywa mineralogją, nie wiele nawet przyniesie rzetelnego pożytku, jeżeli z geognozją nie będzie złączona“.

Dziółko Symonowicza poddane zostało dość ostrej krytyce przez ks. B. Jundziłła, na którą tamten odpowiedział osobnem pismem, zbijając w niem punkt po punkcie postawione sobie zarzuty. Dla szerokiej publiczności kontrowersja ta była bądź co bądź bardzo nauczającym sporem o dwa różne kierunki w mineralogji.

Symonowicz umarł w r. 1813. Katedrę jego objął Feliks Drzewiński, profesor fizyki, który wykładał mineralogję przez lat trzy (do r. 1817/18). Jest on autorem pierwszego w języku polskim uniwersyteckiego podręcznika mineralogji, który wydał w Wilnie w roku 1816 p. t.: Początki mineralogji podług Wernera (8°, str. VII i 611). Dzieło to, stojące w zupełności na poziomie współczesnej nauki, przez wiele lat było u nas najobszerniejszym wykładem mineralogji, a poniekąd także pierwowzorem paru późniejszych podręczników. Prof. Morozewicz poddał je szczegółowemu rozbiorowi w swoim przeglądzie historycznym podręczników mineralogji w Polsce.

Gdy Drzewiński w r. 1817 wyjechał zagranicę celem udoskonalenia się w fizyce, katedrę mineralogji objął Ignacy Horodecki. Nie zaznaczył się on żadną pracą w naszej literaturze mineralogicznej, ale pozostawił pamięć dobrego nauczyciela. Dla zaprawienia swych słuchaczy do czynienia obser-

wacyj w polu urządził z nimi wycieczki w okolice Wilna. Na jednej z takich wycieczek znalazł on pomiędzy głazami narzutowymi jakiś minerał w postaci skupień blaszkowato-włóknistych. W mniemaniu, że to jest nowy gatunek, Horodecki nazwał znaleziony minerał *wilnitem* i posłał go do Paryża Brongniartowi. Według określenia Des Cloizeaux był to wollastonit. Nazwa wilnitu utrzymała się tylko jako jeden z synonimów wollastonitu. Wśród mineralogicznych plonów owych wycieczek znalazł się także petalit, z którego w pracowni chemicznej uniwersytetu wileńskiego otrzymano litynę.

Horodecki umarł w r. 1824. Po jego śmierci wykłady mineralogji powierzone zostały Ignacemu Jakowickiemu, który prowadził je aż do zamknięcia uniwersytetu w roku 1831. Wkrótce po objęciu katedry ogłosił on drukiem swój „Krótki wykład oryktognozji i geognozji podług ostatniego układu Wernera“ (Wilno, 1825). Książka ta w części szczegółowej nie różni się co do układu i słownictwa od podręcznika Drzewińskiego. Za to w części ogólnej autor jej wprowadził niektóre wiadomości nowe, zaczerpnięte ze współczesnej literatury mineralogicznej. Podaje więc on np. po raz pierwszy 12-stopniową skalę twardości Breithaupta, wspomina o dychroizmie i trychoizmie, opisuje nieco dokładniej sposób użycia dmuchawki celem „doświadczania minerałów w ogniu“ i t. d. Z dodatków tych i z niektórych przypisów widać, że Jakowicki śledził pilnie postępy wiedzy mineralogicznej i liczył się z wybitniejszymi dziełami współczesnych jej przedstawicieli. Książka jego została wkrótce wyczerpana i wyszła w drugim wydaniu w r. 1827. Jakowicki ułożył nadto i wydał krótki podręcznik mineralogji dla młodzieży szkół średnich, w którym wykład prowadzony jest sposobem katechizmowym.

Wypada tu jeszcze wspomnieć o geologicznych jego pracach, a zwłaszcza o pracy ogłoszonej w Dzienniku Wileńskim r. 1830 p. t. „Postrzeżenia geognostyczne w kraju rozciągającym się od brzegów m. Bałtyckiego do m. Czarnego“, zawiera ona bowiem przyczynki do mineralogji tej części ziem dawnej Polski. Znajdujemy w tej pracy pierwszą wiadomość o wyodrębnionym przez Jakowickiego nowym mineralu z grupy gliny, dostrze-

żonym przez niego w granitach okolic Berdyczowa. Minerałowi temu nadał on nazwę *pelikanitu* — „przez hołd i najgłębsze uszanowanie, z jakim jestem dla J. W. Rektora Cesarskiego Uniwersytetu Wileńskiego Pana Pelikana“. Hołd ten podyktowany był zapewne względami osobistemi, nie mogła go bowiem zjednać publiczna działalność rektora Pelikana, która doczekała się wkrótce właściwego upamiętnienia w 3-iej części „Dziadów“ A. Mickiewicza.

Jakowickiemu wreszcie zawdzięczamy „Opis systematyczny gabinetu mineralogicznego uniwersytetu Wileńskiego“. Opis ten, poprzedzony krótkim wstępem historycznym, ogłoszony został drukiem w języku rosyjskim już po zamknięciu uniwersytetu (Wilno, 1836). Gabinet mineralogiczny, który uniwersytet cesarski otrzymał w spadku po Szkole Głównej litewskiej i poprzedniczce jej, dawnej akademii jezuickiej, wzrastał z początku głównie darami. Największą liczbą okazów zasilili go Joachim Chreptowicz, Michał hr. Walicki i dr. Cypner. Gabinet ten zorganizował się ostatecznie przez zakup zbioru minerałów prof. R. Symonowicza, zmarłego w r. 1813. Zbiór ten zawierał około 20.000 sztuk wszelkiego rodzaju minerałów, a między nimi było 400 tak wielkiej wartości, że je sam zmarły właściciel oceniał zgórą na 19.000 rubli. Symonowicz poświęcił niemal całe życie swoje i całe mienie gromadzeniu tych bogactw. Po długich targach i zabiegach szacowny i bogaty ten zbiór przeszedł na początku 1824 roku na własność uniwersytetu. Kupiono go za 12.250 rb. razem z książkami. Po dokonaniu tego nabytku wszystkie zbiory gabinetu podzielone zostały systematycznie na dwa obszerne działy. Pierwszy, służący do wykładu oryktognozji i geognozji, zawierał sztuk 18.541. Drugi dział stanowił zbiór geograficzno-geognostyczny ciał kopalnych z gubernij zachodnich cesarstwa rosyjskiego i liczył 1.283 sztuk. Dział ten zawierał ważne materiały do mineralogji ziem dawnej Polski. Złożyły się nań głównie minerały wołyńskie, w liczbie 100 sztuk przysłane przez Stefana Zienowicza, nauczyciela liceum Czackiego, oraz 1.000 sztuk minerałów i skamielin, zebranych w roku 1830 przez prof. Eichwalda tudzież przydanych mu do pomocy Jakowickiego i Andrzejewskiego w podróży po owych zachodnich guberniach.

Z tych, co poza obrębem grona nauczycielskiego uniwersytetu ogłaszali w Wilnie prace z zakresu mineralogji, należy przede wszystkim wspomnieć o Norbercie Kumelskim. Jest on autorem „Krótkiego wykładu mineralogji według zasad Wernera“ (Wilno, 1825--1826, 2 tomy w 8-ce). Poziomem wiadomości i układem podręcznik ten niewiele się różni od wydanego w tymże czasie podręcznika Jakowickiego. Zaletą jego jest wykład treściwy i jasny. Oprócz tej książki Kumelski wydał przełożoną z francuskiego „Mineralogję popularną“ dla rolników i rzemieślników (Wilno, 1827) i ogłaszał w Dzienniku Wileńskim liczne prace z zakresu mineralogji i geologji. Kumelski był wychowawcą uniwersytetu Wileńskiego. Pisał piękną polszczyzną, pełną jędrności i zwrotów dobitnych.

Nie miał tego odczucia ducha języka ojczystego inny uczeń tegoż uniwersytetu, Makary Bogatko, który w r. 1815 ogłosił w Wilnie „Nomenklaturę minerałów według układu Wernera“. W broszurze tej, 28 stron liczącej, Bogatko na zasadzie notatek rękopiśmiennych pozostałych po Symonowiczu, usiłuje polszczyć nazwy minerałów, ogólnie w mineralogji przyjęte. Próba ta była niepomyślna, gdyż proponowane nazwy wogóle nie zdołały się przyjąć. W Dzienniku Wileńskim z roku 1818 zamieścił Bogatko pracę p. t.: Mineralogiczne opisanie okolicy Powoła w powiecie kowieńskim.

W skromnych dziejach naszej mineralogji Wilno zapisało się trwale pierwszemi jej podręcznikami, utrzymanemi na wysokości wiedzy współczesnej. Wszystkie te podręczniki ułożone są wprawdzie według zasad Wernera. Z polemiki jednak, która się wszczęła z powodu dziełka Symonowicza, wiemy, że i nauka Haüyego miała tam gorących zwolenników, którzy wiedzieli, że „ów sławny patriarcha szkoły mineralogicznej francuskiej gruntowną i filozoficzną nadał krystalografji postać“. (N. Kumelski). Uważano tylko, że układ Haüyego „dla licznych w sobie trudności nie może być użytym do początkowego uczenia mineralogji“ ... i że, „w pierwiastkowym poznawaniu minerałów najdogodniej służy układ zasadzony na charakterach zewnętrznych czyli t. zw. oryktognostyczny, który najtrafniej w tym celu zrobił Werner“ (I. Jakowicki). Tem się tłumaczy jednostronny kierunek podręczników wileńskich.

W związanem jedną organizacją szkolnictwie polskiem zabranego przez Rosję kraju drugie po Wilnie miejsce zajmował *Krzemieńiec*. Niewiele jest do powiedzenia o wykładach mineralogji w liceum Czackiego (gimnazjum wołyńskim). Związkiem zbiorów mineralogicznych tutejszych był „gabinet mineralogji“, ofiarowany w r. 1803 przez Kołłątaja¹⁾. Gabinet ten, kupiony w r. 1792 w Dreźnie, składał się z przeszło 6000 sztuk, a największą jego osobliwością były „liczne i b. wielkie labradory“, które same same jedno przeszło 300 czerwonych złotych kosztowały Kołłątaja. Przyjmując ten dar, Czacki pisał do ofiarodawcy: „Ten gabinet mineralogiczny... pod imieniem J. W. Pana przejdzie do naszych nadwuków. O gdyby pomniki przez wdzięczność nazywane mogły przypominać ludzi, którzy w historii postępu światła zrobili epokę“. Podstawowy ten zbiór pomnożył się znacznie następnie późniejszymi zakupami oraz minerałami, zbieranymi w bogatej w nie bliższej i dalszej okolicy Krzemieńca i prowincyj ościennych. W chwili zamknięcia liceum po r. 1831 jego gabinet mineralogiczny liczył 15.538 okazów. Wraz z innymi zbiorami przyrodniczymi gimnazjum wołyńskiego i przebogată jego biblioteką został on przewieziony do niedawno w tych czasach otworzonego uniwersytetu św. Włodzimierza w Kijowie²⁾.

Z wykładających w Krzemieńcu nauczycieli dwaj tylko wchodzą tutaj w rachubę. Pierwszym jest Stefan Zienowicz, profesor chemji i mineralogji w Krzemieńcu, później zaś dziekan wydziału filozoficznego uniwersytetu w Kijowie. Ze sprawozdań z posiedzeń Towarz. Przyjaciół nauk w Warszawie, z licznych o nim wzmianek w rozprawie geognostycznej Jakowickiego, wreszcie z tego, co pisze o nim Sobieszczański (Encykl. Orgelbr.) wiemy, że czynił on pilnie spostrzeżenia nad mineralogją i geologją Wołynia i Podola. Wszystkie jednak, liczne podobno, prace jego pozostały, niestety, w rękopisach.

¹⁾ Ks. Hugona Kołłątaja: Listy w przedmiotach naukowych. Tom II, str. 216—218 (Kraków, 1844).

²⁾ Michał Rolle. Ateny Wołyńskie. Lwów. Warszawa. Kraków 1923, str. 251, 252.

Drugi profesor liceum w Krzemieńcu Wojciech Zborzewski wykładał tutaj matematykę, później zaś był nauczycielem gimnazjum w Połtawie, w końcu przeniósł się do Moskwy i tam umarł. Zajmował się on najwięcej paleontologją i namiętnie gromadził zbiory skamielin, skał i minerałów Wołynia, Podola i Ukrainy. Zbiory te doszły z czasem do olbrzymiej liczby 20.000 okazów. One to w znacznej mierze pomogły Eichwaldowi do napisania jego „Szkicu przyrodniczego Litwy, Wołynia i Podola pod względem geognostycznym, mineralogicznym, botanicznym i zoologicznym“. (Wilno, 1830). Dzieło to, ogłoszone w języku niemieckim, ma do dzisiaj podstawowe znaczenie dla historii naturalnej tych okolic. Kilka drobnych prac Zborzewskiego ogłoszonych jest w języku francuskim w „Biuletynach“ towarzystwa naturalistów w Moskwie. Wiemy wogóle o Zborzewskim to tylko, co o nim napisał Majorkiewicz w Przeglądzie Naukowym Skimborowicza z r. 1844 (T. I, str. 26—32).

B. WARSZAWA.

W pierwszym trzydziestoleciu wieku ubiegłego głównym ogniskiem życia umysłowego w Warszawie było *Towarzystwo Przyjaciół Nauk*. Powstałe w najtrudniejszych warunkach pierwszych lat czasów porozbiorowych, pod rządem pruskim, dążącym jawnie do wynarodowienia zagrąbanej dzielnicy, wzięło ono sobie za cel podniesienie poziomu umysłowego społeczeństwa i starało się cel ten osiągnąć przez pielęgnowanie języka, literatury, umiejętności ścisłych i wyzwolonych. Na polu mineralogji zabiegi Towarzystwa skromne tylko dały wyniki. Zamiar wydania podręcznika mineralogji nie doszedł do skutku, gdyż generał Komarzewski¹⁾, który miał go napisać, zadania tego nie spełnił. Na posiedzeniach Towarzystwa czytano sprawozdania z postępów w dziedzinie mineralogji (Staszic, Pawłowicz), myślano o ustaleniu terminologji mineralogicznej, mówiono o skar-

¹⁾ Komarzewski, ulubieniec Stanisława Augusta, był wielkim miłośnikiem mineralogji i posiadał bogate zbiory minerałów. Dobre jego chęci sparalizowane zostały przez wyjazd do Paryża, do którego się przeniósł wraz ze swemi zbiorami.

bach mineralnych Polski i podawano wiadomości o nadsyłanych z różnych stron kraju minerałach. Na tychże posiedzeniach odczytywał Staszic pojedyncze rozprawy, wchodzące w skład dzieła jego: „O ziemiorodztwie Karpat i innych gór i równin Polski“. Dzieło to podstawowego w literaturze naszej znaczenia, jako pierwszy w języku polskim opis geologicznej budowy Polski, przez pewien czas było także źródłem najpełniejszych i najdokładniejszych wiadomości o występujących na ziemiach jej minerałach. Staszic był wogóle duszą wszelkiego w kraju ruchu na polu mineralogji i geologji. Oceniał on dokładnie znaczenie należytego wyzyskania bogactw kopalnych krajowych, jako jednej z podstaw rozumnego gospodarstwa narodowego. Nie szczędził więc usiłowań dla poparcia rozwoju u nas nauk, które do poznania tych bogactw prowadzą. We wszelkich poczynaniach, mających ów rozwój na celu, spotykamy się stale z jego nazwiskiem.

Według słów Staszica, powiedzianych na posiedzeniu styczniowym 1814 r., „członkowie Towarzystwa przedsięwzięli pracować nad poznaniem ojczyściej ziemi, nad jej jeognozją i mineralogją, opisać jej skład wewnętrzny, wskazać w jej utworze porządek jeognostyczny, porządek wewnętrzny w jej górach składu rozmaitych rodzajów, gatunków mineralogicznych rzeczy“. W stosunku do mineralogji zamiary te główny swój wyraz znalazły w gromadzonym przez Towarzystwo *gabinecie mineralogicznym*. Gabinet ten tworzył się ze składanych przez członków darów. Wybitniejszymi ofiarodawcami byli: Łubieński, minister sprawiedliwości, Al. hr. Chodkiewicz, znany chemik, generał Winc. hr. Krasiński, Stan. hr. Dunin-Borkowski, znakomity swego czasu mineralog, Metzel, Walewski, Zejszner, z członków zaś zagranicznych prof. Kr. Zipser z Neusohlu na Węgrzech. Najważniejszy jednak udział w utworzeniu zbiorów mineralogicznych Towarzystwa wziął Staszic. Już w r. 1814 ofiarował on Towarzystwu swój własny gabinet historii naturalnej, a później, jako dyrektor górnictwa, zasilął zbiory jego minerałami, nadsyłanemi z różnych kopalń krajowych. Zbiory mineralogiczne Towarzystwa uporządkował w r. 1823 prof. M. A. Pawłowicz. W chwili rozwiązania Towarzystwa liczyły one 8.559

okazów, a w tej liczbie 1.257 minerałów i skał, występujących na ziemiach polskich ¹⁾.

Krótkotrwałe istnienie założonego w r. 1816 uniwersytetu Warszawskiego w dziedzinie mineralogji zaznaczyło się trwalej także tylko ufundowaniem gabinetu mineralogicznego. Dzieje jego założenia i następnego do rewolucji listopadowej rozwoju opowiedział szczegółowo dr. J. Bieliński w dziele „Królewski Uniwersytet Warszawski“. (Warszawa, 1907, t. I, str. 539-555) ²⁾. Rzadkim przypadkiem na gruncie Warszawy, wystawionym na tyle wstrząśnień politycznych, gabinet ten dotrwał do dnia dzisiejszego i należy do niewielkiej liczby dawnych jej instytucyj naukowych. Z historją jego powstania także jest złączone nazwisko *Staszyca*, który, jako przewodniczący w Komisji Oświecenia, nie cofał się przed dużemi nawet wydatkami, byle tylko podnieść tę instytucję na odpowiednio wysoki poziom naukowego znaczenia. Za jego wpływem nabyto dla gabinetu za wielką na owe czasy cenę 3.000 dukatów holenderskich zbiory radcy górniczego *Beckera*. Zbiory te, złożone z 5.594 okazów, znane były wtedy w Niemczech w kołach miłośników mineralogji ze swej doborowości. Acz z dużemi szczerbami, dochowały się one do chwili obecnej i dzisiaj jeszcze są jedną z ozdób gabinetu. W r. 1830 gabinet ten liczył 13.677 sztuk minerałów i skał. Bawiący w tym roku w Warszawie *Humboldt* dziwił się, że uniwersytet już w początkach swego istnienia posiadał zbiory tak bogate i uporządkowane.

Katedrę mineralogji w uniwersytecie zajmowało z kolei dwóch profesorów, *J. Fr. Hoffmann* i *M. A. Pawłowicz*. Tylko ostatni był istotnie z zawodu swego mineralogiem i geologiem. Ukończywszy uniwersytet w Wilnie, przez kilka lat, jako stypen-

¹⁾ Pewne wiadomości o gabinecie mineralogicznym Towarzystwa podaje raport prof. *J. Krzywickiego*, złożony w r. 1833 Komisji spraw wewn., duchow. i oświecenia publicz. *J. Krzywickiemu* polecono dokonać „odbioru, ułożenia, spisania i upakowania“ zbiorów Towarzystwa, celem wywiezienia ich z kraju.

²⁾ Krótki zarys dziejów gabinetu mineralogicznego Uniwersytetu Warszawskiego nakreślił prof. *Z. Weyberg* w artykule, zamieszczonym w № 19 *Wszeczeświata* z r. 1898.

dysta rządowy, uzupełniał swe wiadomości studjami zagranicą i podróżami po bardziej nauczających pod względem mineralogji i geologii okolicach Europy. Szeroką działalność naukową, którą zaczął rozwijać po powrocie do kraju, przerwała w 41-ym roku jego życia przedwczesna śmierć z suchot. Pozostałe po nim prace należą do zakresu geologii. Najważniejszą z nich jest ogłoszona w r. 1822 rozprawa: „O własnościach i początku bazaltów“. Można ją dzisiaj jeszcze z wielkiem zajęciem i pożytkiem czytać.

Poza obrębem uniwersytetu Warszawskiego mineralogja w obszerniejszym zakresie wykładana była jeszcze w Kielcach, w założonej tutaj przez Staszica w r. 1816 *szkole akademicko-górnicznej*¹⁾. Należy tu wspomnieć o dwóch profesorach tej szkoły, J. B. Puschu i J. Tomaszewskim. Pierwszy sprowadzony został z Saksonji przez rząd Królestwa Kongresowego na profesora chemji i hutnictwa w szkole Kieleckiej. Był on wychowawcą akademji górniczej w Frejbergu, uczniem Wenera. Wnet po przybyciu do Polski Pusch rozpoczął badanie geologicznej jej budowy i po kilkunastu latach pracy złożył wyniki swych badań w dziele p. t.: „Geognostyczny opis Polski i innych na północ od Karpat położonych krajów“. Wyszło ono w języku niemieckim w 2-ch tomach z atlasem, wydanych w latach 1833 i 1836. Już jednak w roku 1830 ukazało się w języku polskim krótkie streszczenie tej pracy, jako dokonany przez prof. A. M. Kitajewskiego przekład z rękopismu niemieckiego. Dzieło Puscha jest podstawą i punktem wyjścia całej nowoczesnej geologii Polski, a jego autor słusznie wraz z L. Zejsznerem za twórcę tej geologii jest uważany. Niemniej ważne jest ono dla mineralogji Polski, jako źródło licznych i dokładnych wiadomości o występujących w niej minerałach.

J. Tomaszewski wykladał mineralogję i geologję w szkole Kieleckiej. Za Księstwa Warszawskiego był on od r. 1809 stypendystą rządowym i kształcił się zagranicą przeważnie we Frej-

¹⁾ Garstkę wiadomości o szkole tej znajdujemy w odczycie inżyn. T. Pochwałskiego p. t.: „Zasługi Staszica na polu geologii i górnictwa w Polsce“. Odbitka z „Przeglądu Technicznego“. Warszawa, 1906, str. 24-26.

bergu, a ostatecznie w Paryżu. Jak twierdzi dr. Bieliński¹⁾, raporty jego, które co pół roku nadsyłał do Izby Edukacyjnej, są niezmiernie ciekawe i pouczające i mają dużą wartość historyczną, albowiem doskonale informują dzisiejszego czytelnika o stanie mineralogji w Niemczech i Francji przed rokiem 1812. Po śmierci Pawłowicza w r. 1830 ubiegał się on o katedrę mineralogji w uniwersytecie. Z pozostałych po nim rękopismów w rzędzie innych źródeł korzystał H. Łabęcki przy układaniu swego „Słownika górniczego“.

UWAGA: W r. 1811 wyszła w Warszawie książeczka, 132 strony licząca, pod następującym, dość rozwlekłym tytułem: „Wiadomość mineralogiczna poznawania różnych kruszców i kamieni, w ziemi znajdujących się, i onych odkrywania, a dobytých doświadczenia, nie mniej wód ciepłych i mineralogji (!), z różnych autorów z przydatkiem nowych wiadomości przez Franciszka Xawerego Pawła Korwina Puławskiego, xiędza Proboszcza, urzędnika stanu cywilnego parafji Pątnowa zebrana i pomnożona“. Wbrew temu, co autor mówi w bombastycznej przedmowie „do Polaków“ i co wypisał w tytule książki, jest ona nie kompilacją wiadomości z różnych autorów zebranych, lecz nieudolnym skrótem dzieła ks. Kłucka: O rzeczach kopalnych. Jest to ordynarna kradzież z zachowaniem nietylko błędów rzeczowych oryginału, ale nawet błędów drukarskich, co świadczy, że „autor“ miał więcej niezdrowej ambicji, niż znajomości mineralogji.

C. KRAKÓW.

W uniwersytecie Jagiellońskim mineralogja wchodzi na stałe do programu wykładów z chwilą, gdy — na skutek przeprowadzonej przez ks. H. Kołłątaję jego reformy (1780) — utworzono osobną katedrę historii naturalnej i chemji. Pierwszym tych nauk profesorem był, jak wiemy, J. Jaśkiewicz (r. 1782)²⁾. Po jego ustąpieniu w roku 1787 katedrę objął dr. Franciszek Scheidt i zajmował ją aż do nowej regulacji uniwersytetu w roku 1805. Scheidt oddawał się najwięcej botanice i zasłużył się założeniem ogrodów botanicznych w Krakowie i Krzemieńcu.

Wskutek wspomnianej regulacji nastąpiło oddzielenie chemji od historii naturalnej, a wykład ostatniej powierzony został Baltazarowi Hacquetowi. Był to zniemczony francuz, który od

¹⁾ Królewski Uniwersytet Warszawski. Tom II, str. 297.

²⁾ Patrz str. 645.

r. 1787 był profesorem historii naturalnej w przekształconym już wtedy w duchu polityki austriackiej uniwersytecie Lwowskim, a w Krakowie miał być jednym z narzędzi zamierzonego przez zaborczy rząd austriacki takiegoż przekształcenia uniwersytetu Jagiellońskiego. H a c q u e t był uczonym wcale nieprzeciętnej miary. W mineralogji był bardzo biegły. Wykładał on ją według dzieła S u c k o w a, na zasadach W e r n e r a opartego. Posiadał bogate zbiory mineralogiczne, zakupione w r. 1810 na rzecz gabinetu mineralogicznego uniwersytetu Jagiellońskiego. Zasłużył się on umiejętnym opisem przyrodniczym znacznej połaci zagrabionej przez Austrię dzielnicy. Opis ten, zawarty w 4-ch tomach z 23 tablicami i 2 mapami wyszedł w latach 1790—1796 w N o r y m b e r d z e p. t. *Neueste physikalisch politische Reisen in den Jahren 1788—95 durch die dacischen und sarmatischen oder nördlichen Karpathen*. P u s c h oddaje wielkie pochwały temu dziełu. H a c q u e t był profesorem aż do r. 1809 t. j. do utworzenia się Księstwa Warszawskiego. Po ustąpieniu H a c q u e t a miejsce jego zajął dr. A l o j z y E s t r e i c h e r. Ustanowiony przez rząd Księstwa Warszawskiego dozór Szkoły Głównej Krakowskiej postanowił w r. 1811 rozdzielić naukę historii naturalnej pomiędzy dwie katedry: katedrę botaniki i zoologii, na którą powołano E s t r e i c h e r a, i katedrę mineralogji i geologii, na którą miano rozpisać konkurs. Wszelako dr. E s t r e i c h e r jeszcze przez 2 lata zastępował miejsce profesora mineralogji i geologii. Był to jeden z najuczeńszych naturalistów swojego czasu. Ogarniał on wiedzą cały obszar historii naturalnej, ale największe zasługi położył w dziale entomologii. Do pism francuskich i niemieckich posyłał artykuły, w których przedstawiał historję rozwijania się nauk przyrodzonych w Polsce pod względem piśmienniczym. W szczególności posłał on francuskiemu wydawcy L u c a s o w i do Paryża na kilkunastu arkuszach skreślone: *Dzieje mineralogji i botaniki w Polsce*. Z pod jego także pióra wyszedł: *Opis gabinetu mineralogicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego*, wydany w r. 1842.

Na profesora ustanowionej w r. 1811 odrębnej katedry mineralogji i geologii dopiero w r. 1814 powołano J ó z e f a T o m a s z e w s k i e g o (ob. wyżej), ale ten w r. 1817 przeszedł do założonej w tym czasie szkoły górniczej w Kielcach.

Od r. 1817 do r. 1830 nie było w Krakowie osobnego profesora mineralogji. Wykład jej przyjął na siebie ówczesny profesor chemji, dr. Józef Markowski¹⁾ który obu tych przedmiotów nauczał aż do śmierci (w r. 1829). Markowski, były lekarz przyboczny cesarzowej Józefiny, w ciągu 25-letniego pobytu w stolicy Francji przykładał się nietylko do nauk lekarskich, ale i do przyrodzonych. Wykład jego oparty był na wzorach francuskich²⁾.

W rozpatrywanym tutaj okresie zorganizował się na nowo gabinet mineralogiczny uniwersytetu krakowskiego. Podstawą jego stał się zbiór B. Hacqueta, który Fryderyk August, Wielki Książę Warszawski, zakupił w r. 1810 za 2500 dukatów holenderskich w złocie i ofiarował uniwersytetowi. Zbiór ten liczył 4078 numerów, a w tej liczbie było minerałów prostych 3338, skał 361, skamielin 379. Zbogacił się nadto gabinet zbiorem ks. Sołtyka, dziekana kapituły krakowskiej, zapisanym uniwersytetowi. Zbiór ten liczył pierwotnie 2833 egzemplarze minerałów, należących do 64 gatunków. Były to szlifowane okazy pierścionkowe, ale i inne minerały kosztowne. Wskutek procesu spadkobierców gabinet pozyskał tylko 1965 egzemplarzy. Do większych nabytków gabinetu w tym okresie zaliczyć jeszcze należy zbiór minerałów i skał, zakupiony r. 1820 przez prof. Markowskiego w Frejbergu od Breithaupta, oraz z 1000 sztuk złożony zbiór skał i minerałów, zakupiony w Wieliczce od Lilla, dyrektora kopalń. Zresztą gabinet powiększał się darami. Wśród tych do znaczniejszych należały: zbiór kopalin z Miedzianej Góry i Czarków, ofiarowany przez Justa, hutnika; zbiór minerałów w drobnych okazach, ofiarowany przez Stanisława Wodzickiego, prezesa Senatu Wolnego Miasta Krakowa; wreszcie zbiór minerałów saskich i czeskich, ofiarowany przez prof. Estrei-

¹⁾ O Markowskim, jako nauczycielu, pisze ks. A. I. Jełowicki w swoich „Wspomnieniach“ (Warszawa, 1904. Str. 49).

²⁾ Wykład mineralogji i chemji mineralnej, spisany według prelekcji J. Markowskiego przez ucznia jego, A. Andrzejowskiego, przechowuje się w zbiorze rękopismów Biblioteki Jagiellońskiej, gdzie oznaczony jest № 4332.

chera. O zasobności gabinetu w r. 1830 daje wyobrażenie inwentarz jego ogólny, sporządzony w tym czasie przez Zejsznera.

D. LWÓW.

Uniwersytet lwowski, powołany do życia przywilejem Jana Kazimierza z r. 1661, dostawszy się w ręce zaborczego rządu austriackiego, stał się pierwszym na ziemiach polskich przykładem instytucji naukowej, w której cele nauki podporządkowane zostały celom polityki zaborcy. Pozbył on się tego narzuconego mu zzewnątrz obcego charakteru dopiero w r. 1871, prawie w tymże czasie, gdy drugi zaborca narzucał analogiczny charakter uniwersytetowi warszawskiemu. Grono profesorskie wszechnicy lwowskiej składało się z przybyszów z różnych stron monarchji austriackiej, w części nawet z poza jej granic, obcych miejscowemu społeczeństwu, nie związanych z niem ani mową, ani pojęciami, ani też obyczajami, żyjących poniekąd poza jego nawiasem, dla których jedynym celem życia była osobista karjera, a Lwów przejściowym w niej etapem. Trafiały się chlubne wyjątki, były jednostki ożywione najlepszymi dla kraju i młodzieży chęciami, byli i ludzie wielkiej nauki, dobrzy pedagogowie, wreszcie — co rzadsza — ludzie, zdający sobie sprawę z tego, że uniwersytet winien służyć przedewszystkiem krajowi i narodowi, wśród którego wyrósł¹⁾. Wyjątki te jednak nie zmieniły ogólnego charakteru instytucji. Uniwersytet lwowski do chwili odniemczenia swojego był dla nauki polskiej instytucją napół martwą, a jeżeli przyczynił się w jakiej mierze do jej rozwoju, to tylko pośrednio i wbrew narzuconym sobie z góry tendencjom. Prawdą jest to zwłaszcza w stosunku do mineralogji. O Baltazarze Hacquecie, który ją tu wykładał od r. 1787 do r. 1805, była mowa wyżej.

Przypadek zdarzył, że z tej właśnie części ziem dawnej Polski, której życie umysłowe ogniskowało się we Lwowie, pochodził pierwszy wielkiej miary mineralog polski — Stanisław hr. Dunin-Borkowski. Urodzony r. 1782 w Rudzie, w obwodzie

¹⁾ Prof. H. Zeissberg, wybitny pracownik na polu historii polskiej, za godło prac swoich wziętę z kroniki Gallusowej słowa: „ne frustra panem polonicum manducarem” (abym darmo chleba polskiego nie pożywał).

Stryjskim, już w młodości oddawał się z zamiłowaniem naukom przyrodzonym, osobliwie zaś mineralogji i geologii. Odbysz kurs nauk we Lwowie, udał się do akademji górniczej w Frejbergu w celu wydoskonalenia się w mineralogji. Tutaj przez rok cały był gorliwym uczniem A. G. Wernera i takie zjedną sobie u niego wzięcie, iż tenże przy wyjeździe Borkowskiego do Paryża zalecił go listownie mineralogom tamtejszym, chociaż wogóle listów pisywać nie lubił. W przekonaniu, że mineralog bez wiadomości chemicznych obejść się nie może, Borkowski słuchał w Paryżu wykładów znakomych wówczas chemików francuskich Vauquelina i Thénarda. Jednocześnie w pracowni chemicznej Vauquelina ćwiczył się w rozbiorach chemicznych i doszedł do znacznej w nich biegłości. W latach 1815 i 1816 odbywał naukową podróż we Włoszech. Po powrocie do kraju pracował dalej w dziedzinie mineralogji a wyniki swych prac ogłaszał w ówczesnych czasopismach fachowych niemieckich i francuskich. Rozbiory chemiczne minerałów robił w pracowni własnej, którą sobie urządził w majątności swojej Winniczkach. W latach 1836 i 1844 znów podróżował w celach naukowych po Niemczech i Francji, odnawiając dawne i zawierając nowe znajomości z uczonymi. Zmarł w r. 1850. Bibliotekę swoją, złożoną z przeszło 5000 tomów, i zbiory mineralogiczne, zastosowane w swym składzie do tych gałęzi umiejętności, które były głównym przedmiotem własnych jego badań, darował uniwersytetowi lwowskiemu. Borkowski do czasów ostatnich bardziej był u nas znany, jako wydawca t. zw. psalterza florjańskiego, jednego z najstarszych pomników piśmiennictwa polskiego. Mineralogicznemi jego pracami mało się u nas interesowano i nie doceniano ich. Prace te powinny być oczywiście rozpatrywane dzisiaj w świetle tej epoki, w której się zjawiały. Borkowski zaczął je ogłaszać od r. 1809. Z pism francuskich zamieszczał je: 1) w Journal des Mines i 2) w Journal de Physique, Chimie et d'Histoire naturelle par Delaméthérie. Z niemieckich: 1) w Taschenbuch für die gesammte Mineralogie Leonharda, a także 2) w Schweigers Journal für Chemie und Physik. Z polskich pism zamieścił jedną pracę w Pamiętniku Lwowskim z r. 1816. Kilka prac wydał osobno. Najstarszą z jego prac

jest rozprawa p. t. *Observations générales sur les rapports des différentes structures de la terre d'après la théorie de Werner* (r. 1809). Z innych prac jego należy wymienić: 1. *Observations générales sur les différentes méthodes de la classification minéralogique*. 2. *Geognostische Beobachtungen in der Gegend von Rom* (1816). 3. O minerałach Galicji wschodniej i Bukowiny (1816). 4. O Kościeliskach w Karpatach i o składzie gór tamtejszych (1816). 5. *Podróż do Włoch* (1820). Ogłosił nadto cały szereg komunikatów o badanych przez siebie minerałach, a mianowicie: o botryolicie, o eleolicie, o tantalicie bawarskim, o pumeksie, egeranie, kamieniu alunowym, o bursztynie z okolic Lwowa, o siarce z Truskawca, o miedzi, wityriolu i ołowiaku białym z Bukowiny, o nefrycie z Kościelisk i t. d. Leonhard, jeden z najznakomitszych ówczesnych mineralogów niemieckich, przytacza często opisy i rozbiory Borkowskiego w dziele swoim: „*Handbuch der Oryktognosie*“. Wśród prac tych jedną z ważniejszych była rozprawa o sodalicie z Wezuwjusza, którą Borkowski czytał na posiedzeniu Akademji Umiejętności w Paryżu dn. 28 października 1816 roku. Rozprawa ta drukowana była potem w *Journal de Physique*, a także wydana osobno. Ważny ten minerał, znany przedtem tylko z Grenlandji, został po raz pierwszy odkryty przez Borkowskiego na Wezuwjuszu i starannie zbadany. Określił on jego postać krystalograficzną, twardość, ciężar właściwy, wszystkie cechy zewnętrzne, wreszcie dokonał nawet chemicznej jego analizy. Na tle epoki, kiedy praca ta się ukazała, ciekawemi były zwłaszcza wnioski geologiczne, które wyprowadził Borkowski. Na zasadzie zewnętrznych warunków występowania przypisał on sodalitowi z Wezuwjusza pochodzenie ogniowe. Tymczasem sodalit grenlandzki występował wśród utworów pierwotnych w towarzystwie skał skaleniowych, nie dopuszczał więc — zdaniem Borkowskiego — żadnej wątpliwości co do swego pochodzenia neptunicznego. Ta sama więc substancja mogła, w oczach jego, powstawać zarówno drogą wodną, jak ogniową. Borkowski wnioskuje, że niepodobna w geologii dowieść pochodzenia wulkanicznego lub neptunicznego minerału przez sam tylko przegląd jego cech zewnętrznych, i że, chcąc ustalić w sposób zadowalający drogę tworzenia się skał,

należy badać ich stosunki geologiczne. Rozprawę o sodalicie przełożył na język angielski znakomity chemik Thomson, ten właśnie, który badał sodalit grenlandzki i nadał mu nazwę. Prace mineralogiczne Borkowskiego zjednały mu duży rozgłos wśród obcych i niemało dowodów uznania; wśród swoich, niestety, niewielu było takich, co mogli doniosłość ich ocenić. Może dlatego zbyt rychło przerwał on swą pracę na tem polu.

IV.

Lata 1831—1862 stanowią bodaj najsmutniejszy okres w dziejach nowoczesnej nauki polskiej. Pogrom jej był jednym z następstw nieszczęśliwej rewolucji listopadowej. Zniszczeniu uległ cały szereg ośrodków wyższego życia umysłowego, które tętniły tak żywym ruchem naukowym i rokowały nadzieję bujniejszego jeszcze jego rozwoju. Zamknięty został w pełni rozkwitu uniwersytet wileński, a zbiory jego—w tej liczbie bogaty gabinet mineralogiczny—wywiezione były do Rosji. Ten sam los spotkał liceum Czackiego w Krzemieńcu. W Warszawie rozwiązane zostało Towarzystwo Przyjaciół Nauk, a biblioteka jego i bogate zbiory, które lata całe rosły ofiarnością wybranych społeczeństwa jednostek, stały się łupem wojennym tryumfującego wroga. Zamknięty został wreszcie po kilkunastoletnim zaledwie istnieniu uniwersytet Warszawski. Nawet liczba szkół średnich i niższych została ograniczona. Tępienie inteligencji polskiej, będące od chwili rozbiorów głównym celem zabiegów rządów zaborczych, stało się w tym czasie wyjątkowo zaciekle. Organizm narodowy osłabiony został ogromnem przeredzeniem najbardziej oświeconych warstw jego, zdziesiątkowanych przez emigrację i wygnanie. Emigracja skazała na vegetację zdala od kraju rodzinnego wiele tysięcy najdzielniejszych i najświetlejszych jego synów¹⁾; niemniejsza pewno była liczba wygnanych na Sybir i na Kaukaz. Wielu profesorów zamkniętych uczelni polskich musiało wejść w służbę wroga i zasilać go swemi pracami. W pierwszych latach po rewolucji listopadowej życie umysłowe zamiera prawie w kraju i zwolna

¹⁾ Almanach historique ou souvenir de l'emigration polonaise par le comte de Tabasz K r o s n o w s k i. Paryż, 1846.

dopiero odradza się i nadal utrzymuje ofiarnym wysiłkiem jednostek dobrej woli. Na całej przestrzeni ziem dawnej Polski pozostaje się tylko jedna polska szkoła wyższa—uniwersytet Jagielloński. Po roku 1846, pamiętnym rzezią galicyjską, „wolne, niepodległe i ściśle neutralne“ miasto Kraków i jego okrag zostają przyłączone do zaboru austriackiego, a uniwersytet ulega próbie germanizacji, ponowionej jeszcze w 10 lat później. Rok 1848, rok „wiosny ludów“, rozbudził znów wielkie nadzieje, zwłaszcza w zaborach austriackim i pruskim. W zaborze austriackim nadzieje te rozwiła ostatecznie bombardowanie Lwowa, przyczem spalony został uniwersytet lwowski wraz z bogatą swą biblioteką i cennymi zbiorami. W Wielkopolsce, która przodowała wtedy innym dzielnicom na polu życia umysłowego, nadzieje na pomyślne rozwiązanie kwestji polskiej rozwiły się na polach bitew pod Książem, Miłostawiem, Wrześnią.

Należało przypomnieć wszystkie wyżej przytoczone fakty, aby uwydatnić, jakie w tym okresie warunki spotykała praca naukowa polska w kraju. Dopiero mając na względzie te warunki zdołamy się pogodzić ze skromnymi jej na gruncie ojczystym wynikami. W pomyślniejszych warunkach, nawet na obczyźnie, praca naukowa polska wydawała wtedy zgoła odmienne owoce.

W latach 1830—1862 losy wykładów mineralogji w uniwersytecie Jagiellońskim wciąż były jeszcze nieustalone. W ciągu trzech pierwszych lat, od r. 1830 do r. 1832/3, mineralogja miała osobnego profesora, którym był dr. Ludwik Zejszner. W r. 1833 wszystkie trzy gałęzie historii naturalnej złączono i wcielono do wydziału lekarskiego, a utworzoną w ten sposób katedrę historii naturalnej powierzono prof. Estreicherowi. Ten ustępuje w r. 1842, a miejsce jego zajmuje botanik dr. Czerwiakowski, który wykłady prowadzi do r. 1847. W przelotnej dobie prób zgermanizowania uniwersytetu Jagiellońskiego po przyłączeniu Krakowa do zaboru austriackiego utworzono osobną katedrę botaniki, przy której pozostał Czerwiakowski, a mineralogja i zoologja pozyskały osobnego profesora w osobie doktora medycyny Hermana Schmidta, który przedmioty te wykładał w języku niemieckim.

W r. 1848 z powodu przywrócenia polskiego języka wykładowego narzucony ten przez rząd zaborczy profesor ustąpił. Miejsce jego zajął dr. L. Zejszner, który obok mineralogji i zoologji wykładał także geologję. On pierwszy robił ćwiczenia dmuchawkowe i urządzał wycieczki geologiczne w okolice Krakowa. W r. 1850 zoologja, mineralogja, chemja i botanika znów zostały przyłączone do wydziału filozoficznego, a, co najważniejsza, w r. 1855 nastąpił rozdział wykładu mineralogji od wykładu zoologji. Mineralogja została przy Zejsznerze aż do końca marca r. 1857, kiedy ten przeniósł się do Warszawy, do założonej wtedy Akademji medyko-chirurgicznej. W czasie tym uniwersytet Krakowski ponownie wystawiony był na próbę germanizacji. Następcą więc Zejsznera został dr. Wiktor Zepharovich, zniemczony chorwąt, zresztą dość wybitny w swoim czasie specjalista, który przybył do Krakowa w lecie r. 1857, a pozostawał w nim aż do r. 1861, do zaprowadzenia znowu polskiego języka wykładowego. Po ustąpieniu Zepharovicha mineralogję wykładał zastępczo Czerwiakowski, a od r. 1862/3 wykłady jej objął Alojzy Alth.

Z wszystkich tych profesorów najbardziej trwałą pamięć w rocznikach naszej mineralogji zostawił Zejszner. W licznych swoich pismach nagromadził on dużo cennych i ciekawych wiadomości o występujących w różnych stronach Polski minerałach, a nadto zaznaczył się jako autor dwóch podręczników mineralogji. W naszej podręcznikowo-mineralogicznej literaturze oba te dzieła zajmują ważne stanowisko i dlatego należy się nad nimi zatrzymać.

Rezultatem pierwszego czteroletniego okresu wykładów Zejsznera jest wydana przez niego w roku 1833 w Krakowie książka p. t. „Systemat minerałów według zasad J. J. Berzeliusa“.

W przedmowie do niej pisze on co następuje:

„Przy wolno (u nas) postępujących wiadomościach mineralogicznych, winniśmy poznawać dzieła w tym przedmiocie wszystkich narodów, a zalecając jakie nowe pismo lub systemat, wypada tylko takie podawać, które odpowiada obecnemu stanowi nauki; inaczej ciąży na nas odpowiedzialność, że nie rozkrzewiamy czystych wyobrażeń, lecz właśnie przyczyniamy się do przyćmienia nauki, ważny nader wpływ na postępy wiadomości stosowanych do

potrzeb życia wywierającej". W wązkich ramach swojego podręcznika Zejszner stosował się ściśle do postawionej zasady. Zaznacza on, że skład chemiczny, kształt krystalograficzny, ciężar gatunkowy i twardość są stałe i niezmiennie w każdym mineralu. Dlatego też w charakterystyce minerałów Zejszner poprzestaje na tych czterech „stanowczych” cechach. W klasyfikacji minerałów Zejszner przyjął systemat Berzeliusza, znajdował w nim bowiem największą konsekwencję (logiczność), a szczęśliwa myśl porządkowania ciał mineralnych według zasady chemicznej należała, zdaniem jego, do tych, które umysłowi ludzkiemu prawdziwy czynią zaszczyt¹⁾. Systematyka mineralogiczna Berzeliusza oparta była na elektrochemicznych własnościach pierwiastków i na odkrytym przez Mitscherlicha izomorfizmie. Na czele szeregu stoi tlen, pierwiastek najbardziej elektroujemny, na końcu potas, najbardziej elektrododatni. Między temi dwoma mieszczą się wszystkie inne tak, iż poprzedzający ma bardziej elektroujemne własności, aniżeli następujący. Każdy pierwiastek elektroujemny, występujący w stanie rodzimym, tworzy klasę, do której, oprócz samego ciała prostego, zaliczają się jego związki z innymi ciałami elektrododatnimi. Tym sposobem powstało klas 19, choć pierwiastków znano już wtedy 54. Zejszner porobił pewne zmiany w systemacie Berzeliusza. Obrat on inny porządek grupowania pierwiastków, a ponieważ w pierwszej jego klasie, obejmującej tlen i jego połączenia, mieściło się więcej minerałów, niż we wszystkich następujących, więc podzielił ją na rzędy i familje. W każdym rzędzie pozbliżał minerały, mające zasady izomorficzne, nie trzymając się ściśle następstwa w elektrochemicznych własnościach. Dzięki przyjętemu w systemacie Berzeliusza zasadom „wiele gatunków zostało właściwie uporządkowanych i utworzyło tak naturalne skupienia, że i najlepší naturalista nie może ich rozdzielić”²⁾. Przeznaczając swe dziełko dla począynających, Zejszner uwzględnił w niem tylko 298 dokładnie wtedy opisanych gatunków minerałów i ich odmian, z pominięciem minerałów niedostatecznie jeszcze poznanych lub wątpliwych. Co do słownictwa trzyma się on ogólnie w nauce przyjętych nazw z greckiego urobionych, niekiedy tylko używa nazw chemicznych albo zachowuje nawet nazwy Drzewińskiego. Przy każdym gatunku mineralnym umieszcza synonimy francuskie i niemieckie. Własności minerałów wymienia w następującym porządku: 1) ciężar gatunkowy; 2) twardość w liczbach skali Mohsa; 3) skład chemiczny, który uwidoczniają analizy, przez celnych chemików robione (śród nich jest jedna analiza St. hr. Dunin-Borkowskiego), i formuły przez Berzeliusza wyrachowane; wreszcie 4) kształt krystalograficzny, oznaczany według krystalografji Weissa.

W stosunku do podręczników wileńskich, opartych jednostronnie na mineralogji Wenera i nieodpowiadających już stanowi nauki, niewielka

1) Słowa listu Zejsznera do Leonharda z d. 1 lipca r. 1832. Neues Jahrbuch f. Mineralogie. Rok 1833.

2) List do Leonharda. N. Jahrb. f. Mineral. 1833.

książeczka Zejsznera stanowiła istotny postęp. Zapoznawała ona uczących się z aktualnymi wtedy poglądami Berzeliusza na świat minerałów i z początkami krystalografii Weissa. W zwięzłej formie podawała ona treść bardzo obfitą.

Wynikiem drugiego okresu pracy nauczycielskiej Zejsznera są jego „Początki mineralogji według układu Gustawa Rose”, wydane w Warszawie r. 1861, w kilka lat po opuszczeniu Krakowa.

Książka ta jest od czasów wileńskich pierwszym o zakresie uniwersyteckim podręcznikiem mineralogji typu nowoczesnego. Liczy ona 550 stron, a w tej liczbie na mineralogję ogólną przypada stron 230. Znajdujemy tu przede wszystkim obszerny, 142 strony liczący, wykład krystalografji geometrycznej, oparty na „metodzie profesora Weissa, prostej a jasnej”, którą Zejszner uważał za najstosowniejszą do poznania własności kryształu. Stosuje on w tej części swego dzieła własne, w ciągu wielu lat pracy wyrabiane słownictwo. Wykład ilustrowany jest licznymi drzeworytami, wykonanemi w części w Warszawie. Od krystalografji przechodzi autor do fizycznych własności minerałów. Dział ten traktowany jest znacznie pobieżniej. Uderza to zwłaszcza w stosunku do optyki kryształów, która dzisiaj w badaniu minerałów tak wielkiego nabrała znaczenia. Wiadomości z jej zakresu, podane w książce Zejsznera, mieszczą się na kilku zaledwie stronach i nie są wolne od błędów rzeczowych. W części chemicznej wyłożone są prawa, według których pierwiastki łączą się pomiędzy sobą, i podany jest za Berzeliuszem ciężar ich atomowy w stosunku do tlenu; wreszcie wskazany jest sposób, jak przez obliczenie analizy dochodzi się do wzoru chemicznego, wyrażającego skład minerału. Zejszner posługuje się wzorami Berzeliusza, przyznając im wyższość nad „rozciągłemi” znakami Liebiga. Zwracając szczególną uwagę na stosunek, zachodzący między składem chemicznym a postacią krystalograficzną, rozwodzi się obszerniej nad polimorfizmem i izomorfizmem. Obeznaje wreszcie szczegółowo czytelnika swojego z użyciem dmuchawki, „narzędzia arcyważnego dla chemji i mineralogji”. Kończy część chemiczną rzeczą o przeobrażaniu się minerałów (o pseudomorfozach).

Podstawą klasyfikacji minerałów w książce Zejsznera jest układ Gustawa Rosego, oparty na dwóch zasadach: na składzie chemicznym i na postaci czyli kryształach. Pierwszy myśl takiej klasyfikacji, zdaniem Zejsznera, rzucił Berzeliusz, ale, trzymając się tylko składu chemicznego, wpadł w jednostronność. Dzięki szerszej podstawie systematu Rosego osiągnięty został znacznie większy postęp w tworzeniu grup naturalnych.

W drugiej części książki, w mineralogji opisowej, spotykamy się z ważną inowacją: w spisie miejsc występowania minerałów wymieniane są także miejscowości polskie. Zejszner spożytkował tutaj gruntowną swoją znajomość kraju, zdobytą w długoletnich jego badaniach geologicznych. Daje on przegląd 576 minerałów, starając się w miarę możliwości być zwięzłym w ich opisie.

Zejszner był geologiem. W dziedzinie mineralogji nie pracował sam twórczo. Śledził jednak pilnie jej postępy i obeznany był dobrze ze współczesną jej literaturą. Książka jego była wielkiej wartości nabytkiem naszej ubogiej literatury podęcznikowej i informowała dokładnie czytelnika polskiego o stanie nauki o minerałach.

W pozbawionej wyższych szkół Warszawie ruch umysłowy zaczyna ożywiać się dopiero z końcem roku 1840, z chwilą założenia „Biblioteki Warszawskiej“. Założyciele tego miesięcznika starali się zrobić z niego rodzaj ogniska pracy naukowej. Wyszukiwali i przygarniali ludzi uprawiających różne działy wiedzy, drukowali ich prace, starali się wzmóc produkcję umysłową przez rozpisywanie konkursów. W cichości grono redaktorskie pisma zmierzało do przetworzenia się z czasem w Towarzystwo Naukowe, do wskrzeszenia Towarzystwa Przyjaciół Nauk. Taka chwila sposobna nadeszła, jak się zdawało, w r. 1862, ale projekt ustawy dla wymarzonej instytucji, opracowany w redakcji „Biblioteki“, został odrzucony przez zaborczy rząd rosyjski. Nie znajdujemy w Bibliotece Warszawskiej żadnej wybitniejszej pracy z dziedziny mineralogji, choć z dziedzin pokrewnych, jak geologia i górnictwo, ukazało się w niej sporo prac dużej wartości, pisanych przez Puscha, Zejsznera, Łabęckiego i innych. W ważnej rubryce „Wiadomości na drodze postępu nauk przyrodzonych“, gdzie zdawano sprawę z nowych odkryć i z ważniejszych prac w dziedzinie poszczególnych tych nauk gałęzi dokonanych, mineralogja zajmowała także stanowisko upośledzone: zaledwie w czterech rocznikach znajdujemy wiadomości o jej postępach, pisane przez A. Wagę i J. Bocheńskiego (r. 1845, 1846, 1850 i 1851).

Ofiarna działalność wydawców „Biblioteki Warszawskiej“ nie zamykała się zresztą bynajmniej w obrębie tego pisma; zawdzięczamy jej dojście do skutku wielu innych ważnych dla naszej oświaty przedsięwzięć. Nakładem tych wydawców w latach 1848, 1849 i 1856 wychodził w przekładzie z francuskiego „Wykład początków historii naturalnej“, dzieło zbiorowe Beudanta, Jussiego i Milne-Edwardsa, uznane za klasyczne przez

władze edukacyjne w Paryżu. Wydawnictwo to podjęto dla zaradzenia palącemu u nas wtedy brakowi książek szkolnych, a przez staranny dobór tłumaczy usiłowano postawić przekłady na wysokości oryginałów.

Przekładu znakomitego na swój czas podręcznika „Mineralogji (i Geologii)“ Beudanta dokonał przy współdziałaniu Józefa Bocheńskiego Hieronim Łabęcki, znany już wtedy jako autor „Historji górnictwa w Polsce“. Łabęcki przystąpił do tej pracy z wielkim pietyzmem. „Przekonany jestem“, pisze w przedmowie, „iż wierne tłumaczenie książki naukowej nietylko równie wiele, ale może i więcej trudności przedstawia, jak napisanie niby oryginalnej książki, będącej zwykle ułożeniem wyciągów dowolnie wybranych z kilku dzieł obcych“. Łabęcki niezawsze szczęśliwie wybrnął z trudności tworzenia nowych wyrazów, jednakże postulat wiernego tłumaczenia zdołał naogół osiągnąć. Uzupełniwszy przekład wiadomościami, tyczącemi się Polski, stworzył książkę, która wielu pokoleniom uczącej się młodzieży dostarczała u nas wiedzy mineralogicznej. Profesor Morozewicz poddał ją szczegółowemu rozbiorowi w swoim przeglądzie naszej mineralogicznej literatury podręcznikowej.

Łabęcki zasłużył się nadto opracowaniem „Słownika górniczego polskiego“, w którym nader pracowicie i umiejętnie zebrał cały nasz dorobek wyrazów mineralogicznych. Dzieło to wyszło w r. 1868 w Warszawie, już po śmierci autora.

Wyrazem znacznego obniżenia się poziomu naukowego w Warszawie po r. 1830 i tej dusznej, zatęchłej atmosfery umysłowej, która w niej wtedy zapanowała, jest wydana w r. 1851 „Mineralogja“ W. Jastrzębowskiiego. Dzieli się ona na mineralogję ogólną, wyłożoną na 84 stronach, i mineralogję szczególną (tak!) czyli opisową, która zapełnia pozostałe 334 strony książki. Druga ta część, pomimo zastosowania w niej dziwaczego i nienaturalnego podziału minerałów i mieszania ich ze skałami, nie jest bez wartości ze względu na gęsto w niej rozsiane wiadomości o skałach i minerałach polskich. Natomiast mineralogja ogólna została pojęta w iście swoisty sposób. Autor mniema (str. 84), że takie własności minerałów, jak: twardość, wytrzymałość, ciężkość gatunkowa, przezroczystość, blask, odłam,

rysa, barwa, dźwięk, woń, smak, własność w dotknięciu, przylegalność do języka, łupliwość, rozpuszczalność, lotność, palność, zachowanie się z kwasami, elektryczność, magnetyzm, łamanie światła i t. p. nie zasługują na szczegółowy opis w mineralogii ogólnej. Czytelnika, pragnącego się z niemi zapoznać, odsyła do podręczników Drzewińskiego i Beudanta. Sam zaś zapuszcza się w przewlekłe rozważania nad tem, czem się znamionują głazy (brane razem z innymi rzeczami martwemi, albo też uważane same w sobie) co do swej natury czyli przyrodzenia, tudzież co do swej użyteczności czyli przeznaczenia, i jakie stosownie do tych względów służyć im mają nazwiska. W wyniku tych rozważań dochodzi do wniosku, iż sześć jest głównych własności, dających się uważać we wszystkich głazach, a mianowicie: treść, skład, budowa, postać, pochodzenie i wielkość. Na podstawie różnic między głazami co do tych własności opiera podział ich na 4 gromady: 1) kamienie (krzemień, kwarc, opal, oliwin, bursztyn); 2) skały (granit, gnejs, syenit, konglomerat); 3) gruzy (szkło, fajans, porcelana, żuzle hutnicze, gruzy cegielniane); 4) zwaliska (udane skały, udane jaskinie, uszkodzone przez czas i ludzi dawne budowle). Czytającemu te chorobliwe majaczenia przypomina się mimowoli „Physica curiosa“ Tytkowskiego i często w niej napotykanego pokrewnego rodzaju dedukcje. Książka Jastrzębowskiego jest niewątpliwie objawem pewnego uwstecznienia i rezultatem przerwanej styczności z wielkimi ogniskami zachodnio-europejskiej nauki. Uderza to tem bardziej, że autor jej był wybitnym w swoim czasie przyrodnikiem i ma duże zasługi, choć w innych, niż mineralogja, dziedzinach przyrodoznawstwa.

Na tle tej mętnej, domorostej filozofji mineralogicznej tem jaśniej rysuje się na emigracji¹⁾ rozwinięta, świetna działalność

¹⁾ W opracowanem przez hr. Krosnowskiego „Wspomnieniu historycznem o emigracji polskiej“ (Paryż, 1846) spotykamy się z nazwiskiem Czyszkowskiego Konstantego, inżyniera górnika (ingénieur civil des mines). Synem jego jest zapewne mineralog francuski S. Czyszkowski, zajmujący się — o ile z tytułów prac jego sądzić można — pokładoznawstwem minerałów (ich topiką). Przytaczamy tu kilka prac tego „ci-devant polonais“:

naukowa Ignacego Domeyki, drugiego po Borkowskim bardziej znanego mineraloga polskiego. Domeyko urodził się w r. 1801, ukończył wydział fizyko-matematyczny uniwersytetu Wileńskiego w r. 1822. W wyniku procesu filaretów i filomatów musiał z rozkazu władz moskiewskich osiąść na stałe na wsi, w majątności stryja swego Ignacego Domeyki, znanego jeszcze od czasów Komisji Edukacyjnej mineraloga. Rewolucja listopadowa wyrzuciła go poza granice kraju. W Paryżu zapisał się na ucznia Szkoły Górniczej, którą ukończył ze stopniem inżyniera górnika. W r. 1838 objął stanowisko profesora fizyki i chemji w nowo założonej szkole górniczej w Coquimbo, w Rzeczypospolitej chilijskiej. Pobyt w tym kraju, obliczany zrazu na 6 lat, przeciągnął się do r. 1884. Po spędzeniu kilku ostatnich lat życia w stronach rodzinnych Domeyko umarł r. 1889 w Sant Jago w Chile, dokąd wrócił dla odwiedzenia dwóch synów swoich na usługi ich rodzinnego kraju. Szczegóły wielce pouczającego żywota Domeyki znaleźć można w obszernej biografji jego, skreślonej przez Marjana Dimmla (Biblioteka Warszawska r. 1888, str. 177—201 i 374—398; jest tu bibliografja prac Domeyki) oraz w treściwem wspomnieniu pośmiertnem napisanem przez K. Jurkiewicza (Wszechświat r. 1889, str. 98—102 i 118—123).

Działalność Domeyki w kraju, gdzie znalazł przytułek, była wielostronna. Obok zajęć nauczycielskich zajmował on się badaniami mineralogicznymi i geologicznymi, przyczem pierwsze obok ogólniejszego dla nauki znaczenia miały także bardziej określone dla rozwoju miejscowego przemysłu górniczego. Ogłosił on także kilka prac, dotyczących meteorologii Rzeczypospolitej chilijskiej. Badał wody krajowe, słodkie i mineralne. Przyczynił się do poprawienia szkolnictwa chilijskiego przez opracowanie projektów lepszej jego organizacji. Zabiegał o polepszenie bytu Indian, zamieszkujących jedną z południowych prowincyj Chile, Araukanię. Przyczynił się do wprowadzenia w Chile metrycznego systematu miar i wag. Oprócz artykułów, poświęconych zagad-

-
1. Région ferrifère de l'île d'Elbe. Alais. 1882.
 2. Les mineraux de fer dans l'écorce terrestre. 1884 (Bull. de la Soc. de l'Ind. Minérale de Saint-Étienne).
 3. Les veines metallifères de l'Espagne. Paris. 1897.

nieniom specjalnym, opracował także kilka podręczników szkolnych. Słowem czynny jego umysł nie umiał zamknąć się w obrębie jednej specjalności, lecz wybiegał przy sposobności poza jej granice.

Głównem jednak polem pracy D o m e y k i była mineralogja, należy więc nieco się zatrzymać nad tą stroną jego działalności. „Wielka rzadkość minerałów krystalizowanych i minerałów o składzie stałym w państwie mineralnem Chile i krajów ościennych — pisze D o m e y k o we wstępie do swojego podręcznika ¹⁾ — jest przyczyną, że mineralogja tej części Ameryki Południowej, pomimo wielkiej różnaitości i obfitości swych produktów mineralnych, jest *mineralogją mas amorficznych*, w których pierwiastki (po większej części izomorficzne) trafiają się skombinowane lub ściśle zmieszane w proporcjach bardzo zmiennych, zgrupowane w sposób tak niespodziewany, że taki przypadek nie zachodzi w żadnej innej części świata. Pod tym względem to państwo mineralne posiada charakter osobliwy, równie interesujący dla nauki, jak dla przemysłu mineralnego, lecz z konieczności badanie jego przedstawia trudności, wymaga licznych prób chemicznych i pracowni, założonych w ośrodkach miejscowości lepiej zbadanych“. Z natury więc rzeczy w badaniu minerałów południowo-amerykańskich na pierwszy plan wysuwa się analiza chemiczna. I na tem polu właśnie, na polu mineralogji chemicznej, rozwinął D o m e y k o czynność niezmordowaną. Wynikiem jej było odkrycie wielu nowych minerałów, jak arkeryt, amiolit, domeykit ²⁾ i in., oraz odkrycie nowych stanowisk i lepsze zbadanie wielu minerałów dawniej już poznanych. Wykaz badanych przez siebie minerałów podaje D o m e y k o na kilku stronach wstępu do swego podręcznika mineralogji. Prace swoje mineralogiczne ogłaszał on w *Annales des mines*, w *Neues Jahrbuch f. Mineralogie*, w rocznikach uniwersytetu w Sant Jago i w kilku innych pismach. Zebrane są one w trzech wydaniach jego „Mineralogji“ (Serena 1845, Sant Jago 1860 i tamże 1879) oraz w sześciu dodatkach do wydania drugiego i trzech do trzeciego. Książka ta, jak

¹⁾ Mineralojia. Tercera edicion. Sant Jago 1879, str. VI.

²⁾ Nazwa nadana przez Haidingera.

ostrzeża w przedmowie jej autor, nie była przeznaczona do poznawania mineralogji ogólnej, ale była podręcznikiem mineralogji praktycznej, przeznaczonym do użytku osób, zatrudnionych w przemyśle górniczym Chile, Boliwji i państw sąsiednich. Stała się ona jednym z dzieł źródłowych do znajomości minerałów występujących w Ameryce Południowej.

Do me y k o nigdy nie przestawał czuć się Polakiem i nigdy nie zrywał łączności z krajem rodzinnym. Praca więc jego, choć na obcym dokonana gruncie i w obcym spisana języku, ma dla nas znaczenie wkładu polskiego do ogólnego skarbcza nauki. Reprezentował on godnie imię polskie na drugiej półkuli, w tych okolicach, które były widownią niemniej płodnej działalności kilku innych Polaków ¹⁾.

W licznej rzeszy wygnańców trafiają się też ludzie, którzy, dochowując wierności wyniesionym z kraju ojczystego umiłowaniom, usiłują i na wygnaniu prowadzić dalej swoje studia naukowe. Takim był arcypromienisty Tom a s z Z a n. W wyniku sprawy filaretów osiedlony on został na Uralu w gubernji Orenburskiej i pozostawał tam przez lat 15. Oddaje się pilnie studjom geognozji, prowadzi przez 10 lat obserwacje meteorologiczne, tworzy zbiory geognostyczne i mineralogiczne. W zbieraniu okazów mineralogicznych pomaga mu na wygnaniu Alojzy Pieślak, b. uczeń szkoły w Krożach, wygnaniec z r. 1823 ²⁾. Władza miejscowa poleciła Z a n o w i badanie gór Uralskich i ich bogactw, z czego wywiązał się świetnie, odkrywając nieznanne pokłady złota, za co też za wstawiennictwem gubernatora miejscowego, generała Perowskiego, otrzymał zezwolenie zamieszkania, gdzie zechce. Owocem jego kilkunastoletniego pobytu na Uralu jest szereg prac naukowych, wyszczególniony w liście do Franciszka Malewskiego z Orenburga w 1836 r. „Najpełniejsze wiadomości zebrałem — pisze tu Z a n — w pracach: 1. O górach

¹⁾ Na cześć jednego z tych Polaków, inżyniera Ernesta Malinowskiego, twórcy kolei transandyjskiej, znakomity badacz Peru prof. Raimondi nazwał malinowskitem odkrytą przez siebie odmianę tetradrytu srebrnego.

²⁾ H. Mościcki. Wilno i Warszawa w Dziadach Mickiewicza. Warszawa, 1908, str. 102.

Uralskich t. j. o skałach, składających grunt gubernji Orenburskiej, i o bogactwach, należących do każdej kamiennej formacji; 2. Wiadomości, tyżące się wód, w wapieńcach wytryskać mogących; 3. O kopalniach złota i platyny, jako najnaturalniejszym przemyśle kraju tutejszego; 4. O możności znachodzenia dyamentów po całym zachodnim pasie gór Uralskich; 5. O muzeum w Orenburgu, cel i sposoby zakładania muzeów prowincjonalnych; 6. Meteorologiczne zapisy w Orenburgu; 7. Okrąg wód siarczanych w Siergiejewsku“. Nie mając możności poznania tych prac, nic o nich powiedzieć nie możemy. W r. 1837 pozwolono Zanowi pojechać do Petersburga, gdzie zajął urząd bibliotekarza w instytucie inżynierów górniczych. Do kraju wrócił dopiero w r. 1841¹⁾.

Zbiory mineralogiczne. Najważniejsze tutaj zjawisko stanowią w tym czasie zbiory Puscha, obejmujące minerały, występujące na ziemiach polskich. Zbiory te zakupione zostały za 6000 złp. w r. 1833 przez Komisję Rządową Spraw Wewn., Duchown. i Ośw. Publ. i wcielone do Gabinetu Mineralogicznego po b. Uniwersytecie Aleksandrowskim. Obecnie znajdują się w Zakładzie Geologicznym uniwersytetu. Spis minerałów tego zbioru, liczący 2551 numerów, podany został przez prof. Morozewicza w spolszczonym przezeń „Podręczniku Mineralogji“ Tschermaka. Zbiory te, będąc przedewszystkiem ilustracją do klasycznego dzieła Puscha „Geognostische Beschreibung von Polen“, są zarazem jednym z tych dokumentów, które złożą się z czasem na nienapisaną dotąd jeszcze, niestety, „Mineralogję Polski“.

Takich dokumentów było u nas więcej, nie brakowało bowiem ludzi, u których zamiłowanie do mineralogji znajdowało wyraz w gromadzeniu zbiorów minerałów. Nieszczęściem po śmierci właścicieli zbiory takie pospolicie niszczały. W Bibliotece Warszawskiej z r. 1852 (t. II, str. 59) znajdujemy wiadomość o będącym wtedy w Warszawie zbiorze oryktognostycznym i geognostycznym Karola Fryczego, b. urzędnika górnictwa (jest

¹⁾ Wiadomość o T. Zanie wzięta z życiorysu jego, skreślonego przez H. Gallego (Album biograficzne zasłużonych Polaków i Polek wieku XIX-o, wydane staraniem M. Chełmońskiej. Warszawa. 1901. T. I, str. 268).

wiadomość o paru jego pracach w bibliografji piśmiennictwa z zakresu górnictwa i hutnictwa, opracowanej przez F. Kucharszewskiego. Warszawa, 1922). Zbiór ten złożony był z 8000 egzemplarzy w formatach, jak zwykle w gabinetach. Był on szczególnie obfity w klasie metali, miał dużo rzeczy krajowych np. minerałów, znalezionych przy poszukiwaniu soli przez Bekkera. F. M. Sobieszczański, który w swojej ważnej i dla mineralogji kraju „Wycieczce archeologicznej do gub. Radomskiej“ podaje o tym zbiorze wiadomość, wspomina, że o nabycie jego starała się założona wtedy akademja medyczna w Stambule, i ubolewa nad „stratą dla kraju i szkodą niemałą“, jeżeli to zamierzone kupno dojdzie do skutku.

Jednym z piękniejszych zbiorów mineralogicznych doby przedpowstaniowej był gabinet Wyższej Szkoły realnej w Kielcach (1845—1862), która w r. 1862 była przekształcona na gimnazjum filologiczne. Według opisu Hipolita Święcickiego, nauczyciela tej szkoły, (p. Pamiętnik Kielecki z r. 1871), gabinet ten liczył 2600 numerów, w czem było kilkaset okazów minerałów krajowych. W r. 1881 (? mniej więcej!) gabinet ten przeszedł w posiadanie Szkoły Weterynarji w Warszawie.

W bardziej urozmaiconych pod względem mineralogicznym i geologicznym okolicach Polski trafiały się takie zbiory po dworach światlejszych ziemian. Wspomina o kilku tego rodzaju zbiorach A. Andrzejowski w swojej rozprawie „Rècherches sur le systèmc tyraïque“ (Bull. de la Soc. imp. des naturalistes de Moscou, 1852), oddając zwłaszcza duże pochwały kolekcji Narcyza Makowieckiego, posiadacza wsi Wróblowce nad ujściem Tarnawy do Dniestru na Podolu.

V.

Ostatnie czterdziestolecie wieku XIX jest czasem, w którym mineralogja uległa głębokiemu przeobrażeniu. Dzięki zastosowaniu mikroskopu do badania minerałów, dzięki doprowadzeniu metod analizy chemicznej minerałów do nieznaney dawniej ścisłości, dzięki wyteżonym pracom nad syntezą minerałów, dzięki wreszcie pracowitym i pomysłowym badaniom przemian krzemianów, tych praminerałów skorupy ziemskiej, mineralogja w tym

okresie z nauki przeważnie opisowej przekształciła się ostatecznie w naukę nawskroś doświadczalną, stała się wprost chemją skorupy ziemskiej. W minerale, rzeczy dawniej martwej, niezmiennej, nieruchomej, mineralogja doby ostatniej dopatrzyła się poniekąd pierwiastku życia. Minerale rodzi się, rośnie, rozwija się, póki znajduje się w środowisku odpowiednim, wreszcie, wytrącony z niego, zaczyna ulegać rozkładowi i umiera, ustępując miejsca minerałom pochodnym, lepiej do zmienionego środowiska przystosowanym. Głównem zadaniem mineralogji stało się śledzenie tych zmian, oznaczanie warunków trwałości minerału w zależności od środowiska.

Przystępujemy do ostatniego okresu dziejów naszej nauki na gruncie polskim, do okresu, w którym doszła ona do pewnego rozkwitu zarówno co do liczby pracowników, jak co do liczby i jakości dokonanych przez nich prac. Okres ten, jak poprzednie, zaczyna się od klęski, od pogromem zakończzonego powstania 1863 r. Znów, jak po r. 1830, cały ogrom nieszczęść zwałił się na naród i przytłoczył swym ciężarem przedewszystkiem najbardziej kulturalne jego warstwy. Ale tym razem z będącej następstwem klęski depresji ogół zdołał otrząsnąć się stosunkowo prędzej. Było to w znacznej mierze zasługą znanego pod nazwą „pozytywizmu warszawskiego“ ruchu umysłowego, który zapanował po r. 1863. „Narzucając coraz nowe, nieraz drażniące, tematy do rozmyślań i dyskusji, nie dał on zdrętwieć umysłom bliskim apatycznego skostnienia¹⁾“. Znamienną cechą ruchu pozytywistycznego był kult nauk przyrodniczych i dążenie do zaszczepienia w społeczeństwie większego ich umiłowania i głębszej uprawy. Dążenie to, które zrazu nie zdawało się budzić żywszego w kraju oddźwięku, z biegiem czasu zaczęło doznawać coraz większego powodzenia. Znalazło ono swój wyraz ostateczny w 32-ch rocznikach Wszechświata, w 24 tomach Pamiętnika Fizjograficznego, w 16-tomowym Słowniku geograficznym Królestwa

¹⁾ Br. Znałowicz. Trzydziestolecie Wszechświata (Wszechświat, r. 1912, str. 210).

Polskiego, w szeregu wydanych osobno książek z różnych dziedzin przyrodoznawstwa, wreszcie w powstaniu kilku ośrodków zrzeszonej pracy naukowej, jak Kasa im. Mianowskiego (założona w r. 1881), komisja teoretyczna Towarzystwa Ogrodniczego, sekcja chemiczna Tow. popierania przemysłu i handlu i sekcja odczytowa Muzeum Przemysłu i Rolnictwa. Były to objawy zespolenia się około 650 przyrodników Polaków w pracy zorganizowanej¹⁾. Rezultat nie mały, jeżeli się zważy warunki, w których był osiągnięty! Dalszem rozwinięciem tylko tej pracy organizacyjnej było założenie w Warszawie w r. 1908 Towarzystwa Naukowego.

W zaborze austriackim w początku tego okresu, w r. 1871, przywrócono charakter polski staremu uniwersytetowi Jana Kazimierza we Lwowie. W Krakowie zaś w r. 1872 została otwarta Akademia Umiejętności, w której łonie powstała Komisja Fizjograficzna i zorganizowało się wydawnictwo Atlasu Geologicznego Galicji.

Wzmożone zainteresowanie naukami przyrodniczymi zaznaczyło się także większą niż kiedykolwiek przedtem liczbą pracowników na polu mineralogji. Warszawa, Kraków, Lwów stały się punktem wyjścia wielu prac ogólniejszego dla nauki znaczenia. Ważniejsze z zagadnień, podejmowanych przez naszych mineralogów, są następujące:

1. Sprawa budowy kryształów, ich powstawanie, ich pomiary (Tołłoczko i Tokarski, Weyberg, St. Kreutz, T. Woyno).

2. Optyka kryształów (St. Kreutz, T. Woyno).

3. Morfologia minerałów polskich, ich powstawanie († Ząrečný, Tokarski, St. Kreutz, † Pawlica, Sioma).

4. Sprawa barwy minerałów († F. Kreutz, St. Thugutt).

5. Reakcje barwne na minerały, mikrochemja minerałów (St. Thugutt).

6. Chemja krzemianów, konstytucja ich chemiczna (St. Thugutt, Morozewicz, Weyberg).

¹⁾ Br. Znatowicz. Trzydziestolecie Wszechświata (Wszechświat, r. 1912, str. 213).

7. Synteza minerałów (Morozewicz, Thugutt, Weyberg).

8. Nowe minerały: k ararfveit († F. Radomiński); bekelit, stelleryt, lublinit, staszycyt, lubeckit, miedziankit, taramit (Morozewicz); epistylbit, epinatrolit (Thugutt); nowe minerały syntetycznie otrzymane, jak np. lagoriolit (Weyberg).

A. WARSZAWA.

Zamknięty w r. 1831 uniwersytet Warszawski został na nowo otworzony w r. 1862 pod nazwą Szkoły Głównej. Wykład mineralogji prowadził w niej K. Jurkiewicz. Nie utrwalił on swej pamięci żadną oryginalną pracą mineralogiczną. Cały jego dorobek w dziale mineralogji sprowadza się do artykułów z jej zakresu, zamieszczanych w 28-tomowej Encyklopedji Orgelbranda i w pierwszych tomach Wielkiej Encyklopedji Ilustrowanej, tudzież do ogłoszonego drukiem odczytu o drogich kamieniach. W jedynej jego pracy geologicznej (O formacji kredowej w gub. lubelskiej) znajdujemy pierwszą wiadomość o minerale lublinicie, który od r. 1905 stał się przedmiotem pilnych badań wielu mineralogów. Zresztą działalność mineralogiczna Jurkiewicza główny swój wyraz znalazła w gromadzeniu przezeń zbioru minerałów¹⁾. Wykład jego, obracający się w ciasnych ramach mineralogji opisowej, ilustrowany był rzadkimi pokazami w gabinecie mineralogicznym. Nie mógł on działać pociągająco na młode umysły, to też kilkunastoletnia działalność nauczycielska Jurkiewicza nie przysporzyła nauce naszej żadnego pracownika. Po zamknięciu Szkoły Głównej w r. 1869 Jurkiewicz w otworzonym na jej miejscu uniwersytecie rosyjskim wykładał mineralogję jeszcze do r. 1879.

Po jego ustąpieniu kierownictwo Zakładu na lat 35 wymyka się z rąk polskich. Trzech było tych obcych kierowników Zakładu. Dwaj pierwsi, A. Lagorio i G. Wulff, pozostawili dość dobrą pamięć w kołach naukowych naszego społeczeństwa. A. La-

¹⁾ Piękny i bogaty zbiór ten znajduje się obecnie w posiadaniu Muzeum Przemysłu i Rolnictwa w Warszawie.

gorio, wybitny petrograf, zasłużył się wielce przystosowaniem Zakładu do pracy nad zagadnieniami wysuwanymi przez mineralogję nowoczesną. Urządził on pracownię chemiczną, wyposażoną w dostateczny zasób naczyń platynowych; zaopatrzył Zakład w mikroskopy polaryzacyjne i zapewnił mu możność otrzymywania na miejscu szlifów mikroskopowych minerałów i skał; sprowadził gonjometr refleksyjny Grotha (w Zakładzie były tylko dwa odwieczne gonjometry Wollastona), zaczął wytwarzać na miejscu modele krystalograficzne... słowem postawił Zakład na stopie wymagań nauki nowoczesnej. Rezultatem tej pracy organizatorskiej był napływ do Zakładu młodzieży, która pod kierunkiem profesora zaprawiała się do badań mineralogicznych i petrograficznych, oraz pokaźna liczba prac, która za jego kierownictwa wyszła z pracowni gabinetu mineralogicznego Uniwersytetu Warszawskiego. Zasługą Lagoria było także stworzenie stanowiska asystenta, które było zajmowane stale przez młodego pracownika, sposobiącego się do pracy na polu naukowem. Aż do chwili bojkotu szkolnego w r. 1905 stanowiska kustosza i asystenta Zakładu Mineralogicznego były zajmowane prawie stale przez Polaków.

Lagorio ustąpił w r. 1898. Miejsce jego zajął uczeń jego, prof. G. Wulff, jeden z najznakomitszych krystalografów współczesnych. Duch, w którym Zakład był prowadzony, nie zmienił się; nie osłabło w nim również natężenie pracy. Gdy w r. 1905 młodzież polska ogłosiła bojkot wszelkiego rodzaju uczelni z narzuconym językiem obcym, prof. Wulff złożył dowód cywilnej odwagi, uznając publicznie słuszność podjętej akcji, i z nielicznym gronem studentów Rosjan, solidaryzujących się z jego poglądami, opuścił w r. 1909 uniwersytet Warszawski. Po kilkoletniej działalności rusyfikatorskiej jego następcy wybiła wreszcie dawno oczekiwana godzina sprawiedliwości dziejowej: w r. 1915 język polski odzyskał należne sobie prawa w uniwersytecie stolicy Polski.

B. LWÓW.

W pierwszych latach tego okresu uniwersytet lwowski znajduje się jeszcze w rękach niemieckich. Od r. 1863 do r. 1868 wykłada tu mineralogję Ferdinand Zirkel, znakomity póź-

niej petrograf niemiecki. Główną zasługą Zirkla było upowszechnienie w petrografii metody mikroskopowego badania skał i minerałów, którą w Anglii wynalazł Henryk Clifton Sorby. Zirkel zapoznał się z tą metodą w czasie swego 3-miesięcznego pobytu w Anglii w r. 1860, w drodze powrotnej z podróży do Islandji. Potrafił on ocenić całą doniosłość tej metody dla badań minerałów i skał i w ciągu całego swojego życia niezmiernie pracował nad jej udoskonaleniem i nad rozszerzeniem jej zastosowania. Uchodzi więc on słusznie za twórcę petrografii mikroskopowej.

Wkrótce po przeniesieniu się Zirkla do Kilonji (Kiel, r. 1868) następuje odniemczenie uniwersytetu lwowskiego (w r. 1871). Pierwszym w nim polskim profesorem mineralogii był Feliks Kreutz. Otwiera on zarazem liczny poczet mineralogów naszej doby najnowszej. F. Kreutz ogłosił wiele prac z zakresu petrografii, geologii, mineralogii i krystalografii. Wszystkie nacechowane są dążeniem do możliwej ścisłości i wszechstronnej krytyki. Był on wielkim zwolennikiem eksperymentu i metodę doświadczalną stosował z powodzeniem, zwłaszcza w swoich pracach mineralogicznych. F. Kreutz pierwszy u nas stosował do badania skał metody nowoczesne: mikroskop z polaryzacją i wyszlifowane ze skał płytki cienkie. Płytki te musiał szlifować własnoręcznie, gdyż, jak sam podkreśla, w siódmym dziesiątku lat wieku ubiegłego sposób przyrządzania szlifów był jeszcze „monopolem“ kilku zaledwie uczonych. Prace F. Kreutza, wkraczające w zakres mało u nas wogóle uprawianej krystalografii, dotyczą zjawiska różnopostaciowości (heteromorfizmu). Poglądy jego nie odpowiadają już dzisiejszym objaśnieniom tego zjawiska, w swoim jednak czasie oświetlały je ze strony nowej i wnikały głębiej w jego istotę. Ważnym przyczynkiem do mineralogii Polski są jego „Notatki mineralogiczne“ (Kosmos, 1877), dostarczające wiadomości o całym szeregu minerałów z zachodniej i wschodniej Małopolski. Najważniejsze prace mineralogiczne F. Kreutza dotyczą sprawy zabarwienia niektórych ciał krystalicznych, z natury swej bezbarwnych. Przedmiotem jego badań była przedewszystkiem niebieska sól kamienna z Wieliczki i Bochni, z biegiem jednak czasu rozszerzył je na fluoryt, chlo-

rek, bromek i jodek potasu, kalcyt i inne. Wielką zasługą F. Kreutza było, że wprowadził on badanie tego zagadnienia na drogę ścisłego eksperymentu naukowego. F. Kreutz nie rozstrzygnął jeszcze sam podjętej sprawy. Ale badaniami swemi położył fundament pod nowoczesne poglądy na ten problemat i wskazał drogę, na której ostatecznie zostanie rozwiązany. W r. 1887 F. Kreutz opuścił Lwów, przenosząc się na katedrę mineralogji w uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie, którą zajmował do r. 1903. Zmarł w r. 1910.

W szkole politechnicznej lwowskiej, założonej w r. 1844 pod nazwą Akademji Technicznej, katedrę mineralogji i geologii od r. 1873 do r. 1917 zajmuje Juljan Niedźwiedzki. Zasłużony ten badacz stosunków geologicznych formacyj solonośnych Wieliczki, Bochni i Kałusza ma w swoim dorobku naukowym także kilka prac mineralogicznych. Są niemi: „Spostrzeżenia nad lelingitem, chlorytem i granatem“, ogłoszone w r. 1872 w języku niemieckim, rozprawa p. t. „O istocie kryształów“, drukowana w Kosmosie w r. 1888 i wreszcie rozprawka o bursztynie, cenna z powodu wyodrębnienia nowego rodzaju, który Niedźwiedzki nazwał delatynitem. Praca ostatnia wyszła w r. 1908.

C. KRAKÓW.

W Uniwersytecie Jagiellońskim katedrę mineralogji od r. 1862 do r. 1886 zajmował Alojzy Alth, wielce zasłużony badaniami geologicznymi Podola. Jest on autorem uniwersyteckiego podręcznika nauki o minerałach, wydanego w Krakowie w r. 1868 p. t.: *Zasady mineralogji*. Do ostatnich lat wieku XIX książka ta, obok dzieła Zejsznera, była najobfitszem w języku polskim źródłem wiadomości o świecie minerałów. Zalety i wady jej szczegółowo rozpatrzył prof. Morozewicz w swoim przeglądzie naszej mineralogicznej literatury podręcznikowej. W wydanem w r. 1864 dziele p. t. *Zakłady uniwersyteckie w Krakowie* Alth zamieścił wiadomość o dziejach katedry mineralogji i gabinetu mineralogicznego tegoż uniwersytetu.

Po śmierci Altha katedrę krakowską aż do r. 1903 zajmował F. Kreutz, o którym była mowa wyżej.

Od r. 1904 do r. 1919 wykłady mineralogji w Krakowie prowadzone były przez prof. J. Morozewicza. Wnet po objęciu katedry rozwinął on energiczną działalność organizatorską i w ciągu niewielu lat doprowadził urządzenia Zakładu do poziomu odpowiadającego wymaganiom nauki współczesnej. Oparte na nowej racjonalnej podstawie wykłady jego mineralogji i petrografji zaczęły ściągać licznych słuchaczy. Zakład Mineralogiczny uniwersytetu Jagiellońskiego stał się ogniskiem bardzo ożywionego ruchu naukowego, który przysporzył naszej literaturze fachowej kilkadziesiąt dużej wartości rozpraw. Prace te w znacznej mierze poświęcone były badaniom występujących na ziemiach polskich minerałów i skał, których zbiór, założony z inicjatywy prof. J. Morozewicza, stale był w ciągu kilkunastoletniej jego działalności powiększany.

Jednym z najwybitniejszych uczniów prof. J. Morozewicza był dr. Władysław Pawlica, przedwcześnie zgasły w r. 1919, w 34 zaledwie roku życia. Prace Pawlicy poświęcone były głównie petrografji i mineralogji Tatr. On pierwszy zdołał należycie wyświetlić charakter petrograficzny granitu tatrzańskiego. On także stworzył osobny rodzaj petrografji tatrzańskiej, badając i opisując żyły pegmatytowe granitu, przed nim prawie nieznanne. Zasługą jego jest odkrycie i opis całego szeregu minerałów, przedtem w Tatrach nieznanych lub mniej dokładnie zbadanych, jak turmalin, spessartyn, gedryt, prenit, grosular, zoizyt, diopsyd, uralit, tremolit. On także zajął się systematycznym badaniem żyłowych złóż mineralnych, napotykanych w granicie tatrzańskim, i podał pierwszy ich systematykę, opartą na paragenezie. Ostatnia jego praca, na kilka zaledwie dni przed śmiercią wykończona, poświęcona była ilastym rudom żelaznym Starachowic. Praca ta, równie gruntowna i sumienna, jak jego prace tatrzańskie, może uchodzić za wzór, jak tego rodzaju tematy obrabiać należy. Sposób opracowania w niej piaskowców kajprowych Starachowic, a porównawczo także piaskowców Szydłowca i Tumlina, zdaniem prof. J. Morozewicza stanowić będzie epokę w petrografji skał osadowych Polski środkowej.

Po za obrębem uniwersytetu działał w tych czasach w Krakowie dr. Stanisław Zaręczny, nauczyciel krakowskich

szkół średnich. Pracował on głównie jako geolog. Do zakresu mineralogji (i krystalografji) należy rozprawa jego o luźnych kryształach gipsu w łałach trzeciorzędowych w Podgórzu pod Krakowem (r. 1887). Najdonioślejszą i najobszerniejszą pracą Zaręcznego, która pochłonęła prawie 10 lat życia jego, jest „Mapa geologiczna W. Księstwa Krakowskiego“, wydana w r. 1894 przez Akademię Umiejętności. Dołączony do tej mapy tekst, książka licząca 290 stron druku in 8-vo, jest nader obfitem źródłem wiadomości o minerałach występujących w okolicach Krakowa, które mają tak urozmaiconą budowę geologiczną, jak żadna inna, prócz Tatr, okolica Polski. Obfitością i pełnością tych wiadomości książka Zaręcznego znacznie przewyższa pracę Stanisława Olszewskiego, zamieszczoną w tomie XII (z r. 1878) Sprawozdań Komisji Fizjograficznej Akad. Umiej. w Krakowie p. t. Spis minerałów znanych z W. Ks. Krakowskiego.

Na emigracji Feliks Radomiński, wychowaniec Szkoły górniczej w Paryżu, wyodrębnił nowy minerał, który nazwał kārarfveitem od miejscowości Kārarfvet, koło Fahlunu w Szwecji, gdzie był znaleziony. Minerał ten, jak monacyt, składa się z kwasu fosforowego i tlenków ceru, lantanu i dydymu, ale prócz tego zawiera jeszcze fluor w ilości dochodzącej do 4,35%. Komunikat Radomińskiego o tym nowym mineralu przedstawiony został przez Daubrée'go na marcowem posiedzeniu Akademji Nauk w Paryżu w r. 1874. W końcu września tegoż roku Radomiński przysłał prof. Jurkiewiczowi próbę znalezionego przez siebie minerału dla gabinetu mineralogicznego uniwersytetu w Warszawie. O dalszej działalności Radomińskiego brak wiadomości (Comptes Rendus. 1874, 78, 764—66;—1875, 80, 304—307).

Zbiory mineralogiczne. Jednym z godniejszych uwagi zbiorów mineralogicznych, zorganizowanych w czasach powstaniowych, jest zbiór Towarzystwa Przyjaciół Nauk w Poznaniu. Powstał on głównie gorliwą zabiegliwością ś. p. d-ra Fr. Chłapowskiego, który przez całe życie pracował niezmiernie nad rozbudzeniem w Wielkopolsce większego zamiłowania do

nauk przyrodniczych i do prac nad fizjografią kraju. Ozdobą tego zbioru są minerały z Boliwji, przysłane przez osiadłego w tym kraju Polaka, dyrektora kopalni, J. Jackowskiego. Dla mineralogji Polski większego znaczenia są troskliwie tutaj zgromadzone minerały Wielkopolski. Żałować należy, że opracowany przez d-ra Fr. Chłapowskiego przewodnik po zbiorach przyrodniczych Tow. Przyj. Nauk (Poznań, 1913) nie podaje liczby okazów gabinetu mineralogicznego poznańskiego.

Brak bliższych wiadomości o zbiorze doktora Gallego z Żytomierza. Liczył on kilka tysięcy okazów, w czym była pewna liczba minerałów wołyńskich. W r. 1903 kilkaset sztuk minerałów z tego zbioru i katalog jego dostały się w posiadanie Zakładu mineralogicznego uniwersytetu Jagiellońskiego. Co się stało z resztą zbioru — niewiadomo.

O zbiorze prof. K. Jurkiewicza była już wzmianka wyżej.

Najcenniejszym wszakże ze zbiorów mineralogicznych, zgromadzonych u nas w czasach powojennych, był zbiór doktora T. Chałubińskiego. Katalog jego obejmował 3000 pozycji, a na wiele z nich składało się po kilka okazów. Prof. Jurkiewicz, sam zamiłowany zbieracz minerałów, twierdzi¹⁾, że ze znanych mu dobrze istniejących wówczas w Europie zbiorów prywatnych mało było takich, któreby doborowo i rzadkością okazów przewyższały zbiór Chałubińskiego. To samo utrzymuje prof. Lagorio²⁾. „W zbiorze tym — pisze ostatni — znajdują się prawie wszystkie gatunki minerałów w przepysznych i doborowych kryształach i okazach. Mieszczą się tu niektóre rzadkie typy, których obecnie za drogie nawet pieniądze dostać nie można, bo kopalnie, które ich dostarczyły, oddawna już nie istnieją. Do rzędu ich należą np. piromorfity i mimetyty z Saksonji, beryle i szmaragdy z Uralu, dioptryz z gub. orenburskiej, krokoity z Uralu, azuryty z Chessy pod Lugdunem (18 okazów), rudy srebrne z Freiberga, letsomit, atakamit, euklaz,

¹⁾ Wszechświat, r. 1889, str. 731.

²⁾ W memorjale wystosowanym d. 21/III r. 1897 do fakultetu fizyko-matematycznego uniwersytetu Warszawskiego w sprawie zakupu tego zbioru.

fenakit, kastor (dwa kryształy w cenie 25 rubli i 150 rb.), chryzoberyl, wszystkie minerały z grupy ceru i ytru (gadolinit, tyryt, czewkinit, polimignit, polikraz i t. d.). Szczególną wartość nadają temu zbiorowi całkowite serje kryształów tego samego gatunku mineralnego, złożone ze wszystkich niemal znanych dotąd form krystalograficznych i kombinacyj. Jest tu więc całkowita serja wszystkich postaci kalcytu, także serje doborowych kryształów kwarcu, fluorytu, piroksenu i amfibolu, korundu i spinelu, skaleni, turmalinów, epidotów, granatów, Aleksandrytu, perowskitu, berylu, topazu, hematytu, rutyłu, anatazu, brukitu i innych. Z gatunków kosztownych przytoczyć można: diamenty (100 rb.), opał szlachetny (48 rb.), kastor (150 rb.), topazy w 45 okazach (śród nich 8 sztuk po 25—75 rb.), euklaz (45 rb.), fenakit (20 rb.), gadolinit (50 rb.), tellur (40 rb.), złoto (78 rb.), hesyt (60 rb.), a także i inne jeszcze, jak epidoty, wezuwjanya, azuryty, szmaragdy, krokoity, diopazy i t. d.“. Chałubiński gromadził zbiór swój w ciągu całego lat szeregu, nie szczczędając ogromnych, jak na prywatnego amatora, kosztów. Kilka przykładów zabiegów jego w celu zdobycia niektórych okazów przytacza prof. Jurkiewicz w swoim artykule, poświęconym pamięci Chałubińskiego, jako przyrodnika ¹⁾. Po śmierci jego zgromadzony przez niego zbiór przeszedł w posiadanie założonej w kilka lat później politechniki Warszawskiej. Niedługo jednak mogła z niego korzystać ucząca się młodzież polska. W czasie ostatniej wojny dwie trzecie tego zbioru zostały wywiezione do Rosji. Udało się uzyskać z powrotem w r. b. około tysiąca okazów, z wyjątkiem najpiękniejszych i najcenniejszych. Z okazami wywiezionymi Rosjanie obeszli się po barbarzyńsku, niszcząc oryginalne etykiety Chałubińskiego i etykiety politechniki warszawskiej, a zaopatrując je w swoje własne pełne błędów rzeczowych i niedopuszczalnych skrótów w oznaczeniach stanowisk minerałów. Znowu więc spełnił się jeden z tych aktów grabieży polskiego dobytku kulturalnego, których tak wiele dokonanych było w Polsce od czasu jej rozbiorów.

¹⁾ Wszechświat, r. 1889, str. 730.

W tego rodzaju aktach, w całym tym ucisku i przeszkodach, których w latach niewoli doznawała polska praca intelektualna, należy szukać głównej przyczyny słabego i opóźnionego u nas rozwoju wyższych stadjów nauki o ciałach kopalnych. Rzecz to, zdaje się, sama przez się zrozumiała. Należało ją jednak zaznaczyć. W ostatnich bowiem przed wojną latach weszło u nas w zwyczaj rozgrzeszać naszych krzywdzicieli z dokonanej na żywym narodzie zbrodni zahamowania go w jego naturalnym rozwoju, a winić za ten opóźniony rozwój właśnie samą zbrodni ofiarę. Tłumaczy się to zbyt słabą u tych płytkich oskarżycieli znajomością tego, co u nas na różnych polach pracy kulturalnej dokonano, i warunków, w których praca ta w latach niewoli się odbywała.

 Ź R Ó D Ł A.

Cuvier. Historia nauk przyrodzonych. Wilno 1854.

Wł. Leppert. Rys rozwoju chemji w Polsce do r. 1830. Warszawa 1918.

Al. Kraushar. Towarzystwo Warszawskie Przyjaciół nauk. Kraków—Warszawa 1900—1905.

Fr. v. Kobell. Geschichte d. Mineralogie (1650—1860). Monachjum 1864.

J. Morozewicz. Przegląd historyczny podręczników mineralogji w Polsce, str. I—XXXIX (Podręcznik mineralogji prof. dr. G. Tscherbaka. Warszawa 1900).

Dr. J. Bieliński. Uniwersytet Wileński. Kraków 1899—1900.

Dr. J. Bieliński. Królewski Uniwersytet Warszawski (1816—1831). Warszawa 1912.

Fr. Jaworski. Uniwersytet lwowski. Lwów 1912.

Dr. Klemens Bąkowski. Dzieje wszechnicy krakowskiej. Kraków 1900.

H. Łabęcki. Górnictwo w Polsce. Warszawa 1841.

Maryan Rosenberg. Początki górnictwa w Polsce za Bolesława Chrobrego (Odbitka z Przeglądu prawa i administracji 1907 r.).

K. Kozłowski. O przemyśle górniczym w dawnej Polsce. Wszechświat 1882 i 1887.

St. Eljasz Radzikowski. Góry srebrne w Tatrzech otwarte r. p. 1502 (Pamiętnik Tow. Tatrzań 1902. Tom XXIII).

J. Rostafiński. Średniowieczna historia naturalna. Kraków 1900.

Jerzy Chr. Arnold. Wiadomość o życiu i dziełach Jana Jonstona (Roczniki Tow. Przyj. Nauk. Tom VII. 1811).

(Dubois). Essai sur l'histoire littéraire de Pologne. Berlin 1778.

Muljan Bartoszewicz. Michał Jan Borch (Enc. Orgelbr. Warszawa 1860 T. IV).

M. J. Mniszech. Myśli względem założenia Musaeum Polonicum (Zabawy przyjemne i pożyteczne. Tom XI cz. 2-a. Warszawa 1775).

J. Bernoulli. Reisen durch Brandenburg, Pommern, Preussen, Curland, Russland u. Pohlen. Lipsk 1780.

J. Rostafiński. Księżna wojewodzina Braclawska (Księga pamiątkowa ku czci Bolesława Orzechowicza. Lwów 1916. 2 tomy).

J. Śniadecki. Żywot literacki Hugona Kołłątaja (Żywoty uczonych Polaków. Kraków 1861).

X. Hugo Kołłątaj. Listy w przedmiotach naukowych. Kraków 1844. W 4-ch tom.

T. Wiśniowski. Z dziejów geologii w Polsce. Kilka słów o Kołłątaju (Kosmos XL. 1915).

T. Wiśniowski. O Staszycu jako geologu. Kosmos XL. 1915.

Inż. T. Pochwalski. Zaslugi Staszica na polu geologii i górnictwa w Polsce. Warszawa 1906 (Odbitka z Przegl. Techn.).

Michał Rolle. Ateny Wołyńskie. Lwów. Warszawa. Kraków 1923.

Jan Majorkiewicz. Uczony a nieznajomy naturalista polski Wojciech Zborzewski (Przegląd naukowy. Warszawa 1844. Tom I-y str. 26—32).

Z. Weyberg. Geolog polski z przed lat 70-u (M. A. Pawłowicz). Wszechświat T. XVII. 1898.

Z. Weyberg. Kartka z dziejów gabinetu mineralog. w Warszawie. Wszechświat T. XVII. 1898.

Dr. Alojzy Alth. Katedra i gabinet mineralog. uniwersytetu Jagiellońskiego (Zakłady uniwersyteckie w Krakowie. Kraków 1864).

St (roński). Wspomnienie Stanisława hr. Dunina Borkowskiego (Dodatek tygodniowy do Gazety Lwowskiej z r. 1851. T. I № 12 str. 46).

Karol Estreicher. Zestawienie przedmiotów zawartych w 136 tomach Biblioteki Warszawskiej. Kraków 1875 (Słowo wstępne redakcyi).

Maryan Dimmel. Ignacy Domeyko. Zarys biograficzno-naukowy. Bibl. Warszaw. r. 1888. Tom 2-i.

K. Jurkiewicz. Ignacy Domeyko. Wszechświat 1889. Tom VIII.

H. Galle. Tomasz Zan (Album biograf. zasłużonych Polaków i Polek w. XIX. Warszawa 1901. T. I str. 268).

Hipolit Święcicki. Szkoła Kielecka. Pamiętnik Kielecki na r. 1871. Warszawa.

Br. Znatowicz. Trzydziestolecie Wszechświata. Wszechświat 1912.

J. Morozewicz. Pamięci Feliksa Kreutza. Kosmos XXXV 1910.

R. Zuber. Feliks Kreutz. Wspomnienie pośmiertne. Kosmos XXXV.

J. Tokarski. Julian Niedźwiedzki jako mineralog. Kosmos XLIII—XLIV 1918—1919.

J. Morozewicz. Władysław Pawlica. Wspomnienie pośmiertne (Sprawozd. Pol. Instyt. Geolog. T. I str. 277—282).

S. Stobiecki. Prof. dr. Stanisław Zaręczny. Kosmos
XXXV 1910.

Dr. Fr. Chłapowski. Przewodnik po zbiorach przy-
rodn. Tow. Przyj. Nauk w Poznaniu. Poznań 1913.

K. Jurkiewicz. Tytus Chałubiński. Wszechświat 1889
T. VIII str. 727—732.

DZIAŁ INFORMACYJNY.

opracował

TADEUSZ JERZY WOYNO.

Treść: 1. Organizacja pracy badawczej, akademje i towarzystwa naukowe. 2. Pracownie w wyższych uczelniach. 3. Organizacja nauczania uniwersyteckiego. 4. Uczelnie polskie. 5. Sprawa wyjazdu zagranicę na studia uzupełniające. 6. Muzea zagraniczne. 7. Wykaz firm dostarczających minerałów, skał, przyrządów i odczynników. 8. Główne firmy księgarskie.

1. Głównem siedliskiem badawczej pracy naukowej są w mineralogji i petrografji bezsprzecznie wyższe uczelnie; na plan dalszy usuwają się natomiast samodzielne instytuty i pracownie badawcze. Co do tego istnieje niewspółmierność pomiędzy naukami mineralogicznymi a geologją, którą obok katedr i pracowni po uniwersytetach, politechnikach i szkołach górniczych zajmuje się w każdym kraju zwykle specjalny państwowy instytut geologiczny. Każde cywilizowane państwo w dobrze zrozumianym interesie własnym nie szczędzi środków przede wszystkim na praktyczne badania geologiczne, a tem samem daje swym geologom możność zajęcia się i pracami czysto naukowemi, bez których zresztą niepodobna byłoby osiągać wyników praktycznych. Przytem wszystko to, co w mineralogji i petrografji stanowi stronę praktyczną (a z działów naukowych szczególnie mineralogja i petrografja lokalna), weszło z biegiem czasu *zwyczajowo* w zakres badań instytutów geologicznych. To też instytuty mineralogiczne badawcze wchodzą do pewnego stopnia *implicite* do istniejących instytutów geologicznych. Ujawnia się to

i w pracach ogłaszanych drukiem: tak naprzykład w długim szeregu publikacyj United States Geological Survey znajdujemy niejednen biuletyn poświęcony sprawom mineralogicznym; to samo dzieje się i w innych krajach.

W Polsce Państwowy Instytut Geologiczny w Warszawie pod dyrekcją prof. J. Morozewicza posiada również pracownię mineralogiczną i ogłasza prace mineralogiczne.

Instytuty geologiczne państwowe bywają zwykle zorganizowane w ten sposób, że pracują w nich tylko pracownicy zaangażowani na stałe; dla innych badaczy nie są dostępne. Mamy jednak i pracownię mineralogiczną nie związaną z żadną uczelnią akademicką: jest to pracownia mineralogiczna Warszawskiego Towarzystwa Naukowego urządzona wzorowo przed wojną przez prof. St. J. Thugutta. Specjalnością jej była synteza hydrotermalna i mineralogja chemiczna. Obecnie działalność tej pracowni krępuje brak naczyń platynowych, zabranych w czasie okupacji, i szczupłość środków jakimi rozporządza Towarzystwo Naukowe.

To samo, co było powiedziane powyżej o instytutach mineralogicznych, dotyczy poniekąd i towarzystw naukowych. I tutaj w przeciwieństwie do geologii tylko wielkie ośrodki naukowe mogą się zdobyć na odrębne zrzeszenia, pozatem zaś mineralogowie należą zwykle do towarzystw geologicznych lub nawet ogólnoprzyrodniczych i tylko sporadycznie występują z oddzielnymi sekcjami na zjazdach naukowych, pomiędzy któremi na pierwsze miejsce wysuwają się międzynarodowe kongresy geologiczne. W Polsce niema dotychczas towarzystwa mineralogicznego; z towarzystw innych krajów wymienić należy Société Française de Minéralogie w Paryżu, Deutsche Mineralogische Gesellschaft z siedzibą w Jenie, Mineralogical Society of Great Britain and Ireland w Londynie, Wiener Mineralogische Gesellschaft i Mineralogical Society of America. W każdym z tych towarzystw odbywają się posiedzenia lub zjazdy naukowe i każde wydaje organ poświęcony sprawom mineralogji i petrografji.

Pozatem mineralogja wchodzi w zakres przedmiotów badań różnych akademij i towarzystw, zajmujących się bądź tylko naukami przyrodniczemi, bądź nawet i historycznemi, filozoficznemi

i społecznymi. Tak więc w Polsce prace mineralogów pojawiają się, jak widzieliśmy w bibliografii, w rozprawach i biuletynach Akademii Umiejętności, w sprawozdaniach Warszawskiego Towarzystwa Naukowego, w „Kosmosie“, który jest organem Towarzystwa im. Kopernika, a w innych krajach — w publikacjach paryskiej Académie des Sciences, Royal Society of London, Regia Accademia dei Lincei w Rzymie, Akademie der Wissenschaften w Wiedniu, Koninklijke Academie van Wetenschappen w Amsterdamie, Heidelberger Akademie, Bayrische Akademie der Wissenschaften, Sächsische Akademie der Wissenschaften, Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Geologiska Föreningen i Stockholm, Washington Academy of Sciences, National Academy of Sciences w St. Zjednoczonych i całego szeregu innych, których tu niepodobna wycisnąć.

Akademie i towarzystwa naukowe nieraz subwencjonują badania naukowe, umożliwiając uczonym zakup potrzebnych przyrządów, konstrukcję przyrządów własnego pomysłu lub nabywanie bardziej kosztownych materiałów lub środków pomocniczych do badań, wreszcie podróże i wyprawy naukowe. U nas środki na badania płyną poczęści ze źródeł rządowych — przez Wydział Nauki Ministerstwa W. R. i O. P., poczęści z Kasy im. d-ra J. Mianowskiego.

Jak widać z powyższego pobieżnego przeglądu, praca badawcza na polu nauk mineralogicznych nie jest dotychczas zorganizowana jednolicie. W ostatnich dopiero czasach w łonie Ligi Narodów zaczynają się zarysowywać zaczątki takiej organizacji; dalszych losów tej „współpracy intelektualnej“ nie można narazie przesądzać.

2. Większość więc pracowni mineralogicznych badawczych istnieje przy wyższych uczelniach. Ten stan rzeczy ma swe dobre strony, ale ma i złe. Z jednej strony bowiem nie ulega wątpliwości, że stałe stykanie się ze studentami daje coraz to nowe bodźce do pracy naukowej, z drugiej zaś strony niekażdy badacz jest jednocześnie urodzonym pedagogiem, a niekażdy pedagog urodzonym badaczem. Powstają tu więc nieraz konflikty pomiędzy pracą badawczą a obowiązkami pedagogicznymi, konflikty szczególnie szkodliwe dla pracy badawczej wtedy, kiedy

uczelnia cierpi na nadmiar studentów, jak to się teraz u nas dzieje. Zważywszy jednak, jak wielkie nakłady potrzebne są do utworzenia samoistnej pracowni z jej przyrządami fizycznymi i chemiczno-mineralogicznymi i muzeum, niezbędnym choćby w najskromniejszym zakresie, widzimy, że prawdopodobnie i nadal praca badawcza będzie się odbywała w pracowniach wyższych uczelni przez wydzielenie z instrumentarium na ten cel najlepszych przyrządów.

3. Nauczanie mineralogji w wyższych uczelniach rozpada się zasadniczo na dwa typy: czysto uniwersytecki związany z wydziałami przyrodniczymi lub filozoficznymi i bardziej praktyczny w politechnikach i w szkołach górniczych. Odpowiednio do tego różni się zwykle i sam sposób nauczania i studjowania, przyczem naogół znacznie większa swoboda w studjach i w wyborze tematów wykładów poza wykładem podstawowym panuje oczywiście w uniwersytetach. Tam też zwykle są lepsze warunki przejścia od studjów do pracy badawczej. Szkoły o celach praktycznych mają zwykle bardziej ściśle określony zakres nauczania i w większości przypadków stosują do studjujących pewne rygory (kolejność przedmiotów, ograniczenie czasu studjów). Różnice traktowania tych spraw w różnych krajach są dość znaczne, nawet jeśli wziąć pod uwagę same tylko uniwersytety. Nasz system najbardziej jest zbliżony do tego, jaki obowiązuje w Austrii, Niemczech i Szwajcarji niemieckiej.

Wiadomości o ustroju szkół akademickich i ich organizacji znaleźć można w książce:

Handbuch der gelehrten Welt, której tom pierwszy ukazał się w r. 1911 jako uzupełnienie do rocznika uniwersyteckiego „Minerva“.

Specjalnie studjami we Francji zajmuje się wyczerpująco książka *Science and Learning in France with a Survey of Opportunities for American Students in French Universities*, wyd. Society for American Fellowship in French Universities, 1917, przeznaczona przedewszystkiem dla Amerykan. Znajdujemy w niej adresy dwóch instytucyj informacyjnych francuskich, a mianowicie:

Bureau des Renseignements, Paris, Sorbonne.

Office National des Universités et Écoles Françaises, 96 Boulevard Raspail, Paris.

W Niemczech wychodzi co semestr *Deutscher Universitätskalender*, Lipsk, J. A. Barth, zawierający dokładne spisy wykładów, pracowni, statystykę i t. d.

Sekretarjaty wyższych uczelni przesyłają zwykle na żądanie dokładne plany studjów, warunki przyjęcia, spisy wykładów. Wszelkie zaś dane co do obsady katedr i docentur, pracowni naukowych, towarzystw, bibliotek, muzeów, archiwów i t. d. całego świata znaleźć można w rocznikach wydawnictw:

Minerva, *Jahrbuch der gelehrten Welt* herausg. von G. Lüdtke und E. Neuner. 26 rok. Berlin i Lipsk, Verein Wiss. Verleger. 1923, str. XLVIII + 1641.
i wzorowanym na niej

Index Generalis. *Annuaire générale des universités, grandes écoles, académies, archives, bibliothèques, instituts scientifiques, jardins botaniques et zoologiques, musées, observatoires, sociétés savantes*, publié sous la direction de R. de Montessus de Ballore. Paris, Gauthier-Villars, 1922/23, str. 2111.

O ile chodzi specjalnie o geologję i mineralogję, to szczególne wiadomości wraz z dokładnymi adresami uczonych, ogłoszeniami firm zawiera

Geologen-Kalender herausgegeben unter der Mitwirkung der Deutschen Geologischen Gesellschaft. Lipsk, Max Weg, którego nowy rocznik ma się ukazać niebawem.

4. Student pragnący poświęcić się mineralogji lub petrografji ma do wyboru w Polsce następujące uczelnie:

Uniwersytet Warszawski (prof. St. J. Thugutt),

Uniwersytet Jagielloński (prof. St. Kreutz),

Uniwersytet Jana Kazimierza we Lwowie (prof. Z. Weyberg),

dla uzupełnienia zaś studjów może korzystać i z pracowni politechniki Lwowskiej (prof. J. Tokarski), politechniki Warszawskiej (prof. T. J. Woyno), Akademji Górniczej (prof. Z. Rozen). Pracownia Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie (prof. J. Sioma) mieć będzie za specjalność kwestje mineralogiczno-geboznawcze.

Przyszły mineralog ma w każdym razie możliwość odbycia całych studjów uniwersyteckich w Polsce; do zakładów krakow-

skich i lwowskich, w których ciągłość nauczania nie była zasadniczo przerwana, przybyły dźwigające się z trudem po wojnie i walczące ze stałym brakiem funduszków zakłady warszawskie. W każdym zakładzie znaleźć można bibliotekę zaopatrzoną w książki fachowe i czasopisma, a pozatem każde miasto uniwersyteckie posiada większe biblioteki publiczne i muzea mineralogiczne, o których znaczeniu była mowa we Wstępie do Stopnia III-go. Tak więc Warszawa posiada Muzeum w Uniwersytecie, nieuporządkowane jeszcze zbiory w Politechnice i piękne acz wymagające koniecznie rewizji zbiory mineralogiczne Muzeum Przemysłu i Rolnictwa; Kraków ma muzeum uniwersyteckie, Lwów — uniwersyteckie i politechniczne, Poznań — niewielki dział mineralogiczny w Muzeum Wielkopolskiem i zbiory d-ra Fr. Chłapowskiego w Towarzystwie Przyjaciół Nauk.

Nieraz zachodzi pytanie, czy lepiej jest cały czas studjów spędzić na tym samym uniwersytecie, czy też przenosić się z jednego do drugiego. Odpowiedź nie jest łatwa, gdyż zależy w zupełności od charakteru studenta, czy mu taka zmiana uczelni przyniesie pożytek, czy szkodę. Niektórzy ludzie, znalazłszy się w nowych warunkach, nie umieją odrazu podjąć w należyty sposób dalszej pracy i tracą wskutek tego nieraz czas na słuchanie wykładów ogólnych od początku, przerabianie ćwiczeń, które już w podobnym zakresie gdzieindziej odrobili i t. d. Inni znów odrazu umieją się przystosować i, rozejrzawszy się w nowej sytuacji, odrazu idą dalej i umieją odpowiednio wyzyskać specjalności nowej dla nich pracowni. Oczywiście, że tylko temu drugiemu typowi studenta można zalecać zmianę uczelni w czasie studjów. Natomiast dla wszystkich jest korzystna zmiana uczelni po ukończeniu studjów, np. przez przyjęcie obowiązków asystenta w innej pracowni. Konieczność ciągłego stosowania swych wiadomości do nauczania innych sprawia, że asystent znacznie prędzej i sprawniej się uczy i uzupełnia braki wykształcenia, niż ktoś, kto nie ma tego bodźca. Od stałej wymiany młodych sił naukowych pomiędzy uniwersytetami należy oczekiwać jak najlepszych wyników; narazie jednak, wobec nieznaczącej liczby adeptów mineralogji w Polsce, kwestja ta jest dla nas nieco akademicka.

5. Komu warunki i środki pozwalają, ten po ukończeniu studjów uniwersyteckich w kraju powinien wyjechać na dłuższy przeciąg czasu zagranicę. O ile wyjazdu zagranicę na całe studia uniwersyteckie nie można bezwzględnie polecać, gdyż grozi on do pewnego stopnia oderwaniem od stosunków krajowych w wieku, kiedy cała istota człowieka ostatecznie się kształtuje i ustala, o tyle wyjazd późniejszy jest wprost konieczny. Daje on rozszerzenie horyzontów naukowych, znajomość nowych metod i sposobów pracy, wreszcie znajomość nowych i odmiennych ludzi.

Do wyjazdu należy się starannie przygotować. Przedewszystkiem trzeba znać dobrze język kraju, do którego się jedzie, i to tak, aby rozmowa o kwestjach z własnej specjalności nie sprawiała żadnych trudności. Od tego zależy bardzo wiele, gdyż nawiązanie stosunków naukowych zagranicą wywiera niekiedy decydujący wpływ na cały pobyt. Coprawda cudzoziemcy są naogół o wiele wyrozumiali od nas na usterki językowe; pomimo to znajomość języka jest konieczna i dlatego, że przyspiesza nabywanie wiadomości fachowych.

Ważną niezmiernie rzeczą jest zdanie sobie sprawy z tego, w jakim celu wyjeżdża się zagranicę. Cel ten może być różnorodny. Można np. chcieć zwiedzić znacznie większą liczbę pracowni i muzeów, zapoznając się wszędzie z t. zw. „specjalnościami“ danego zakładu (specjalne metody badań, lokalny materiał okazowy, środki pomocnicze wykładowe i t. p.). W tym przypadku nie należy określać zbyt dokładnie czasu, jaki się ma poświęcić na każdą pracownię lub muzeum, lecz jechać dalej dopiero po zapoznaniu się ze wszystkim, co się chciało poznać. Szczególniejszy talent do podróżowania w ten sposób mają Anglo-sasi; nieraz ma się sposobność podziwiać jak jasno określone są ich wymagania.

Młody uczony może mieć na celu spędzenie dłuższego czasu w wybranej przez się pracowni, aby opracować temat własny lub też temat, wchodzący w zakres planu prac danego zakładu. W tym przypadku konieczne bywa zwykle pewne uzupełnienie studjów przed przystąpieniem do właściwych badań pod nowem kierownictwem. Ten rodzaj pracy jest zwłaszcza korzystny wtedy, gdy przybysz przywozi ze sobą wiadomości i umiejętności posiadające wartość dla tych, do których przybył.

Co do wyboru pracowni zagranicznej, to niepodobna już dawać wyczerpujących wskazówek. Najlepszym przewodnikiem jest tutaj własne zainteresowanie pewną specjalną dziedziną badań, dzięki któremu poznaje się dokładnie prace ogłaszane drukiem jako dorobek danego zakładu i nabiera chęci do pracowania w nim osobiście. Większość pracowni w wyższych uczelniach przyjmuje chętnie cudzoziemców do pracy naukowej — czy to jako wolnych słuchaczy, czy poprostu jako gości. Stopień zainteresowania kierownika pracowni obejmuje całą gamę możliwości, — od dania miejsca w pracowni aż do codziennego obcowania naukowego. Przed ostatecznym wyborem pracowni należy koniecznie porozumieć się z jej kierownikiem i zapewnić sobie przyjęcie; porozumienie takie jest obecnie szczególnie potrzebne, gdyż przy dzisiejszym stanie umysłów niepodobna spodziewać się wszędzie życzliwego przyjęcia.

Najważniejsze pracownie naukowe, w których praca badawcza żywym bije tętnem, są:

Waszyngton. Geophysical Laboratory of the Carnegie Institution. Zakład, którego specjalnością są eksperymentalne badania mineralogiczne. Posiada specjalną organizację opartą na współpracy specjalistów z różnych dziedzin dla opracowania wspólnego tematu. Wyposażony w środki materialne i przyrządy, o jakich nie marzą nawet zwykłe pracownie uniwersyteckie. Dostać się tam może tylko wybitniejszy uczony na podstawie specjalnego polecenia. Dyrektorem jest Arthur L. Day.

Paryż. Faculté des Sciences à la Sorbonne (uniwersytet), Laboratoire de Minéralogie — F. Wallerant. — Muséum d'Histoire Naturelle (wykłady i pracownie) — A. Lacroix, P. Gaubert.

Berlin Mineralogisch-petrographisches Institut der Universität, — A. Johnson.

Wiedeń. Mineralogisch-petrographisches Institut der Universität, — F. Becke, H. Tertsch, H. Leitmeier.

Mineralogisches Institut der Universität, — C. Doelter.

Zürich. Mineralogisch-petrographisches Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule (wspólny dla politechniki i dla uniwersytetu), — P. Niggli, L. Weber, R. Parker.

Heidelberg. Mineralogisch-petrographisches Institut der Universität, — E. A. Wülfing.

Lipsk. Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität, — F. Rinne.

Monachjum. Mineralogisches Institut der Universität, — M. Weber, H. Steinmetz.

Oxford. University, — Th. V. Barker (kryst.), H. L. Bowman.

Cambridge. University, W. J. Lewis, A. Harker (petrogr.), A. Hutchinson.

Strassburg. Faculté des Sciences de l'Université, — G. Friedel, J. de Lapparent (petrogr.).

Praga. Uniwersytet czeski, — F. Slavík; Uniwersytet niemiecki, — M. Stark.

Leodjum (Liège). Université, — H. Buttgenbach.

Liverpool. University — P. G. H. Boswell (petrogr. skał osadowych).

Chrystiania. Uniwersytet, — V. M. Goldschmidt.

Stockholm. Stockholms Högskola, — P. Quensel, G. Aminoff (struktura kryształów); Kungl. Tekniska Högskolan, — P. J. Holmquist.

Turyń. Regia Università degli studi, — F. Zambonini.

Ann Arbor (Michigan U. S. A.) University of Michigan, — E. H. Kraus.

6. *Z muzeów mineralogicznych europejskich* na pierwsze miejsce wysuwa się Mineralogische Sammlung des Staates w Monachjum pod dyrekcją P. Grotha dzięki temu, że przy niedawno ukończonej reorganizacji został tutaj specjalnie uwzględniony genetyczny punkt widzenia w t. zw. Minerallagerstätten-sammlung.

Piękne muzea posiadają:

Wiedeń. Naturhistorisches Staatsmuseum.

Paryż. Muséum d'Histoire Naturelle i zbiory École Nationale Supérieure des Mines.

Strassburg. Muzeum mineralogiczne uniwersyteckie.

Berlin. Museum für Naturkunde.

Londyn. British Museum of Natural History.

DZIAŁ INFORMACYJNY.

Zürich. Mineralogisch-petrographische Sammlung der Eidgenössischen Technischen Hochschule.

Freiberg w Saksonji. Mineralogische Sammlung der Bergakademie.

Stockholm. Naturhistoriska Riksmuseum; Tekniska Högskolans min.-geol. Afdelning; Sveriges Geologiska Undersökning.

Budapeszt. Muzeum narodowe.

Madryt. Museo de Ciencias Naturales.

Praga. Museum královstvi Českeho i muzeum uniwersyteckie.

Lipsk. Mineralogisches Museum der Universität.

Koblencja. Prywatne zbiory radcy G. Seligmanna.

Bern. Städtisches Naturhistorisches Museum.

Chrystiania. Muzeum uniwersyteckie

i cały szereg innych.

Ameryka posiada również cały szereg pięknych muzeów jak np. oddziały mineralogiczne w muzeach przyrodniczych Field Museum of Natural History w Chicago, American Museum of Natural History w New Yorku, U. S. National Museum w Waszyngtonie, Peabody Museum of Natural History w New Haven, Museo Nacional de Historia Natural w Buenos-Aires, i t. d. Spis muzeów z wyszczególnieniem ich specjalności pomieszcza Geologenkalender (por. str. 706).

7. Z pobytu zagranicą należy skorzystać również dla zwiedzenia większych firm, które zajmują się czy to handlem minerałami na wielką skalę, czy też wyrobem przyrządów używanych w mineralogji. Przy tej sposobności można nieraz zobaczyć i nabyć rzeczy, o którychby się może bez tego wogóle nie wiedziało, a nieraz nabywa się takich wiadomości o przyrządach, jakich niema w żadnym podręczniku.

Najważniejsze firmy dostarczające *minerałów i skał*:

W. M. Foote, 107 North 19-th Street, Philadelphia Pa., U. S. A.¹⁾

Alexandre Stuer, Comptoir géologique et minéralogique, 40, rue de Mathuriés, Paris.

¹⁾ Adresy firm podane są w całości w języku danego kraju bez polszenia nazw miast.

Julius Böhm, Mineraliencomptoir, Wien I, Nibelungengasse 3.

Arthur Kusche G. m. b. H. München, Leopoldstr. 125.

D-r Fr. Krantz, Rheinisches Mineralienkontor, Bonn (specjalność: zbiory skał z preparatami mikroskopowymi).

N. Boubée, Comptoir Central d'Histoire Naturelle, 3, Place St. André des Arts, Paris 6-e.

Mineralienniederlage der Bergakademie Freiberg i. S.

A. Grebel, Comptoir minéralogique et géologique, Suisse, 5, rue des Charmilles, Genève.

Mikroskopy polaryzacyjne i inne przyrządy:

Carl Leiss, Berlin - Steglitz, Stubenrauchplatz 1.

R. Fuess, Berlin - Steglitz, Düntherstr. 8,

E. Leitz, Wetzlar.

C. Reichert, Wien VIII/2, Bennogasse 24/26.

R. Winkel G. m. b. H. Göttingen,

V. & H. Seibert, Wetzlar.

Bausch and Lomb, Optical Company, Rochester N.Y., U.S.A.

R. and T. Beck Ltd, 68, Cornhill, London.

D-r Steeg und Reuter, Optisches Institut, Homburg v. d. Höhe; ostatnia firma jest wprost niezrównana co do dobroci i różnorodności preparatów optycznych.

Najlepsze obiektywy do mikroskopów wyrabia firma C. Zeiss w Jenie.

Wyrobem szlifów mikroskopowych z własnych i nadesłanych skał i sprzedają gotowych zbiorów zajęła się specjalnie firma

Voigt und Hochgesang, Göttingen.

Drobniejsza utensylja mineralogiczna sprzedają firmy

Les fils d'Émile Deyrolle, 46, rue du Bac, Paris 7-e,

D-r Fr. Krantz, Bonn,

przytem ostatnia dostarcza również wszelkiego rodzaju modeli pokazowych.

W Polsce wytwórni przyrządów używanych w mineralogji niema dotychczas. Wyroby zagraniczne można sprowadzać za pośrednictwem firm

Berent i Plewiński, Warszawa, Moniuszki 12 (również przybory i naczynia chemiczne),

Józef Wiśniewski, Warszawa, Krakowskie Przedmieście 61.

F. Czerwiński, Warszawa, Krakowskie Przedmieście 37.

Pomoc Szkolna, Warszawa, Krucza 19.

Urania, Warszawa, Ś-tokrzyska 18, Sienna 39.

Pomoc Szkolna i Urania miewają nieraz na składzie minerały i skały sprowadzane z zagranicy.

Odczynniki do analizy chemicznej najlepiej sprowadzać wprost od firm

E. Merck, Darmstadt,

C. A. F. Kahlbaum, Berlin, Adlershof.

Niektórych można dostać i od firm

Motor, Warszawa, Marszałkowska 23,

Stefan Zelkowicz, Warszawa, ul. Kilińskiego 5,

Bojarowski i Zdanowski, Warszawa, Wspólna 64.

Wreszcie w razie potrzeby konstruowania, poprawiania czy uzupełniania przyrządów można się zwykle wrócić z zaufaniem do jednego z mechaników uniwersyteckich. W Warszawie za najlepszego konstruktora przyrządów precyzyjnych uchodzi Edmund Brandel, mechanik zakładu fizycznego uniwersytetu, a starannie pracują i jego koledzy E. Haneman z uniwersytetu i Cz. Skłodowski z politechniki. Prace szklarskie wykonywują Berent i Plewiński oraz Szymański i Kurowski (Warszawa, Polna 70). Szlifowaniem szkieł optycznych zajmuje się Światlik, Warszawa, Litewska 10.

8. Bardzo ważną rzeczą przy pracy naukowej jest to, aby mieć stosunki z dobrą firmą księgarską, dostarczającą sprawnie książek i czasopism i informującą o nowościach i dziełach antykwarskich. Sprawy te u nas w kraju są jeszcze w zupełnym zaniedbaniu, co w szczególności dotyczy handlu antykwarskiego. Natomiast firmy zagraniczne, a głównie niemieckie, stoją pod tym względem na bardzo wysokim poziomie. Na pierwszym miejscu postawić należy, o ile chodzi o mineralogję, petrografję i geologję, księgarnię i antykwariat

Max Weg, Königstr, 3, Leipzig (por. str. 477), a obok niej

Gustav Fock, Schlossgasse 7—9 i Markgrafenstr. 4—6,

Leipzig,

Dultz und Co, Landwehrstr. 6, München.

UZUPEŁNIENIA.

Do str. 328.

Ukazało się drugie wydanie „Podstaw mineralogji i geologji“ prof. **Jana Lewińskiego**, w którym poprawiono kilka z pośród przytoczonych w tomie niniejszym omyłek.

Do str. 335.

W spisie wydawnictw II Stopnia z zakresu mineralogji i petrografji stosowanej została pominięta książka ogłoszona drukiem w latach ostatnich:

J. Siemiradzki. Płody kopalne Polski. Lwów, Altenberg (Tom VI biblioteki p. n. „Wiedza współczesna“) str. 256.

W wydawnictwie tem znajdujemy opisy działów górnictwa krajowego, poprzedzone krótkim zarysem dziejów górnictwa i hutnictwa w Polsce oraz wiadomościami wstępnemi.

Do str. 352 i 366.

W Niemczech została utworzona instytucja pod nazwą „Preussische Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht“, mająca na celu podnoszenie poziomu nauczania w zakresie wiedzy przyrodniczej. Instytucja ta dąży do tego celu przez organizowanie dla nauczycieli odpowiednich wykładów i ćwiczeń praktycznych oraz wycieczek odbywanych pod kierunkiem fachowców, nadto — przez ogłaszanie drukiem prac z zakresu metodyki nauczania.

Do sierpnia r. 1924 ukazało się osiem zeszytów wydawnictwa zbiorowego p. t. „Mitteilungen der Preussischen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht“ (nakład firmy Quelle u. Meyer w Lipsku). Dwa z pośród tych zeszytów dotyczą nauczania mineralogji:

Zeszyt 3 p. t. „Beiträge zum geologischen und mineralogischen Unterricht“ składa się z szeregu artykułów mających związek głównie z nauczaniem geologii; artykuł ostatni opracowany przez K. Schulza i H. Böttgera i poświęcony zagadnieniu przygotowania nauczyciela mineralogji nosi tytuł: „Die Fortbildung des Lehrers in der Mineralogie“.

Zeszyt 7 zawiera wskazówki praktyczne dotyczące nauczania w zakresie mineralogji i geologii p. t. „Musterverzeichnis von Einrichtungen und Lehrmitteln für den mineralogischen und geologischen Unterricht“.

W wydawnictwie wzmiankowanym tutaj czytelnik znajdzie interesujący obraz wysiłku naszych sąsiadów zachodnich zmierzającego do wyjścia z ciężkiego i tam stanu nauczania w zakresie mineralogji oraz nauk pokrewnych. Znajdujemy tu również ciekawe wskazówki i oceny dotyczące wydawnictw podręcznikowych niemieckich.

Do str. 380.

Do pogłębienia wiadomości z chemji nieorganicznej nadaje się doskonale książka

Fr. Ephraim. Anorganische Chemie, ein Lehrbuch zum Weiterstudium und zum Handgebrauch, 2 i 3 wyd. Drezno i Lipsk, Steinkopff, 1923. Str. VIII+742.

Do str. 407.

Nowe typy gonjometrów teodolitowych skonstruowali ostatnio E. A. Wülfing (Zeitschr. f. Krist. 60, str. 70—75) i C. Leiss (tamże w druku).

Do str. 441.

P. Niggli. Lehrbuch der Mineralogie. Wyszedł tom I w drugim znacznie rozszerzonym wydaniu. Berlin, Born-

traeger 1924, str. XVI+712. Zawiera mineralogję ogólną aż do własności minerałów bezpostaciowych włącznie (por. str. 441).

Do str. 446.

1-szy zeszyt t. II dzieła **Wernadskiego**, Opyt opisatielnoj mineralogji, ukazał się w r. 1922 w Petersburgu.

Do str. 449.

Rosenbusch-Wülfing. Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine. Pierwsza część piątego wydania t. I ukazała się już w druku.

Do str. 465.

Dzieło **U. Grubenmanna**: Die kristallinen Schiefer ukazało się ostatnio w nowem, całkowicie przerobionem wydaniu p. t.

U. Grubenmann u. **P. Niggli**. Die Gesteinsmetamorphose. I. Allgemeiner Teil. Berlin, Borntraeger, 1924. Str. IX+539. Powiększony został przedewszystkiem zakres dzieła, w którym dawniej była mowa przeważnie o metamorfozie dyzlokacyjnej. Obecnie zawiera ono również obszerny rozdział o metamorfozie kontaktowej (termicznej, pneumatolitycznej, hydrotermalnej i injekcyjnej). Strona fizyczno-chemiczna zjawisk metamorfozy została ujęta ściślej i znacznie pogłębiona.

Do str. 468.

Sprawą t. zw. prowincyj mineralogicznych i petrograficznych zajmuje się dzieło

P. Niggli. Gesteins- und Mineralprovinzen. Tom I. Berlin, Borntraeger, 1923. Str. XVI+602.

Do str. 478.

Biuletyny Akademji Umiejętności są wydawane obecnie pod tytułem: Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres. W r. 1924 ukazała się w nich praca **S. Jaskólskiego** o amfibolitach tatrzańskich.

Do str. 479.

W czasopiśmie **Kosmos** wyszły oprócz wymienionych prace: **Z. Opolskiego** o lublinie (1921) i **M. Hamerskiej** o old-redzie podolskim (1923).

Do str. 480.

Schweizerische Mineralogische und petrographische Mitteilungen. Zurych (w r. 1923 wyszedł t. III).

Do str. 481.

Do czasopism z zakresu nauk pomocniczych:

Roczniki Chemji, organ Polskiego Towarzystwa Chemicznego, Warszawa (od r. 1921).

Do str. 598.

Ukazało się w druku

Sprawozdanie z pięcioletniej działalności Państwowej Komisji Ochrony Przyrody (1920-1925) w opracowaniu prof. dr. **Władysława Szafera**, nakładem P. Komisji Ochrony Przyrody, organu Ministerstwa Wyzn. Rel. i Ośw. Publ. Kraków, 1925.

Na str. 11 tego wydawnictwa znajdujemy wykaz zabytków przyrody nieożywionej, które już podlegają ochronie.

Do str. 711.

Z prywatnych muzeów mineralogicznych zasługują na wymienienie zbiory G. Seligmanna w Koblencji i E. Bally-Priora w Schönenwerd pod Aarau (Szwajcarja).

SKOROWIDZ NAZWISKOWY.

Skorowidz niniejszy obejmuje nazwiska osób wymienionych w tekście z wyjątkiem nazwisk nakładców. Cytowane stronicie zawierają: 1^o wzmianki o osobach i 2^o wiadomości o metodach, przyrządach i dziełach osób wymienionych. W skorowidzu podane są tylko te tytuły prac, które są przytoczone ze szczegółami bibliograficznymi w części bibliograficznej artykułów.

Przy nazwiskach firm podana jest w nawiasach ich specjalność.

- Abbe**, reflektometr A. 400, 425, 426; kondensator A. 413; przyrząd do rysowania A. 423, 424.
- Abderhalden Emil** 517.
- d'Achiardi A.** Mineralogia della Toscana 471.
- Achtner Viktor**, Untersuchung verschiedener Mineralien auf Radioaktivität... 517.
- Adams L. H.** 493.
- Adwentowski K.** 461, 511.
- Agricola Jerzy** (Bauer) 609, 623, 631, 638, 642.
- Ahrens**, pryzmat A. 413.
- Aigner A.** Die Mineralschätze der Steiermark 469.
- Albertus Magnus** 608, 631, 635.
- Albiruni Abul Rihan** 608.
- Alkhozini** 608.
- Allen** 43, 48, 50, 231.
- Allen E. T., Day A. L., Iddings J. P.** The Isomorphism and Thermal Properties of the Felspars 462. 543.
- Alth Alojzy** 619, 677, 693; Katedra i gabinet miner. uniw. Jagiel. 700.
- Amici-Bertrand**, soczewka A.-B. 415, 416, 421, 426.
- Aminoff G.** 710.
- Andrée K.** 174, 189; Geologie des Meeresbodens 541.
- Andrzejowski A.** 662, 671, 687.
- d'Ans** 504.
- d'Archiac Ad.** 623.
- Arctowski Henryk** 495; Sole potasowe w Polsce 585.
- Arndt H., Reis O. M. und Schwager A.** Uebersicht d Mineralien u. Gesteine d. Rheinpfalz 469.
- Arnold Jerzy Chr.** Wiadomości o życiu i dziełach J. Jonstona 699.
- Arrhenius** 211.
- Arystoteles** 487, 606, 631, 634.
- Asch W. u. Asch D.** 508; Die Silicate in chem. u. techn. Beziehung 522.
- Avicenna (Ibn Sina)** 487, 608, 631.
- Babinet**, kompensator B. 22, 404, 418, 420, 422; gonjometr B. 407; okular B. 419.
- Bacon Roger** 608.

- Bally-Prior E. 717.
- Bardwell D. C. a. Lind S. C. The Coloring a. Thermophosphorescence Produced in Transp. Minerals... 529.
- Barker Th. V. 710.
- Barth J. A. 706.
- Bartholinus E. 603, 609.
- Bartonec J. Die erzführ. Triasschichten Westgaliziens 584.
- Bartoszewicz J. biogr. M. J. Borcha 699.
- Baryczka Stanisław 636.
- Bassalik K. O rozkładzie krzemionów .. 528.
- Bauer, patrz: Agricola.
- Bauer Max (1) Lehrbuch d. Mineralogie 437; (2) Edelsteinkunde 467.
- Baumhauer H. Die Resultate d. Aetz-methode... 448.
- Baur E. 339, 340, 376, 496; Chemische Kosmographie 522.
- Bausch a. Lomb (mikroskopy) 712.
- Bayley W. S. a. Hobbs W. H. A Summary of Progress in Mineralogy a. Petrography 622.
- Bąkowski Kl. Dzieje wszechnicy krak. 698.
- Beauplan 638.
- Becker 487, 642.
- Beck R. Lehre von d. Erzlagerstätten 466, 520.
- Beck R. a. T. (mikroskopy) 712.
- Beck R. - Berg G. 251; Abriss d. Lehre von d. Erzlagerstätten 546.
- Becke Fr. metody B. 21, 124, 125, 403, 422; — 24; linja B. 123, 413, 426; — 214, 219, 221, 223, 376; modele B. 390; stolik B. 405, 422; aparat B. 424; — 431; metody wykładu 434; — 469; Fortschr. auf d. Gebiete d. Metamorphose 528; — 709.
- Becker 667.
- Bequerel A. C. 494.
- Behrens H. Anleitung zur mikrochem. Analyse 460, 517, 518.
- Bekker 687.
- Berek M. kompensator B. 420, 422.
- Berent i Plewiński (sprowadz. przyrz. i naczynia chem.) 712; (prace szklarskie) 713.
- Berg G. Mikroskop. Untersuchung d. Erzlagerstätten 451.
- Berg G.-Beck R. 251; Abriss d. Lehre von d. Erzlagerstätten 546.
- Bergeat A. u. Stelzner A. W. Die Erzlagerstätten 466, 519.
- Bergman Torbern 488, 603, 610.
- Beringer 638.
- Bernitz Marcin 648.
- Bernouilli Jan 650, 651; Reisen durch Brandenburg... 699.
- Bert Paweł, Kurs elem. nauk przyrodn. 303.
- Berthier P. 494, 495.
- Bertholet, prawo B. 507.
- Bertrand, okular B. 418.
- Bertrand-Amici, patrz: Amici-Bertrand.
- Berzeliusz J. 28, 29, 488, 489, 603, 611, 624, 677—679.
- Beudant 489, 680—682.
- Beyschlag F., Krusch P. u. Vogt J. H. L. Die Lagerstätten d. nutzbaren Mineralien... 466, 520, 545.
- Bieliński J. 628, 634, 667, 669; (1) Uniwersytet Wileński, (2) Król. Uniwersytet Warszawski 698.
- Biot J. G. 617.
- Biot Karol 654.
- Birkenmajer L. 628.
- Bischof G. 506; Lehrbuch d. chem. u. physikal. Geologie 513; — 514, 516, 615.
- Blum J. R. (1) Die Pseudomorphosen d. Mineralreichs 467, 519; (2) Die Lehre von d. Pseudomorphosen 519.
- Bocheński Józef 680, 681.
- Boeke H. E. 235, 246, 376, 493, 494, 496; Grundlagen d. physikal.-chem. Petrographie 523, 543.

- Boeke H. E. u. Eitel W.** Grundlagen d. physikal.-chem. Petrographie 463.
- Boetius de Boot** 638.
- Bogatko Makary** 611, 663.
- Böggild O. B.** Mineralogia Groenlandica 470.
- Bohdanowicz K.** (1) Rudnyja miostrożdzenja 546; (2) Materjały dla izucz. rak. izwiestn. Dombr. bas-sejna 584; (3) Tereny i złoža naf-towe 587.
- Böhm Julius** (minerale) 712.
- Bojarowski i Zdanowski** (odezynniki) 713.
- Bolland A.** Mikrochemja 518.
- Bonsdorff** 489.
- Borch Michał Jan** 647, 648.
- Borkowski-Dunin St.** hr. 350, 654, 666, 672—675, 678, 683, 700.
- Börnstein R.** 481.
- Börnstein - Landolt,** Physikal.-chem. Tabellen 481.
- Boswell P. G. H.** 710.
- Böttger H. u. Schulz K.** Die Fortbil-dung d. Lehrers i. d. Mineralogie 715.
- Boubée N.** (minerale) 712.
- Bouffał S.** Woda pod względem fiz. i chem. 297, 298.
- Boulot V.** 352.
- Bourgeois Léon,** (1) Introduction à l'ana-lyse microchim. 517; (2) Reproduc-tion artif. des minéraux 518.
- Bowen** 43.
- Bowman H. L.** 710.
- Boyle Robert** 609.
- Brackebusch L.** Las especies miner. de la Rep. Argentina 471.
- Braggowie,** metoda B. 443.
- Brandel Edmund** (konstrukcja przyrz.) 713.
- Brauns Reinhold,** (1) Die Vorschriften d. Prüfungsordnungen f. Minera-logie..., (2) Bericht über d. Tätigkeit d. Deutsch. Ausschusses f. math-naturw. Unter. 367; (3) Die opti-schen Anomalien d. Krystalle 448; —465; (4) Die Mineralien d. Nieder-rhein. Vulkangebiete 469, 521;—496; (5) Chem. Mineralogie 514; — 516; (6) Die kristal. Schiefer... 521.
- Brauns R. - Fuchs C. W. C.** Anteitung zum Bestimmen d. Mineralien 465, 517.
- Bravais A.** 8, 624.
- Bredberg** 489.
- Breithaupt August,** Die Paragenesis der Mineralien 467, 519; — 497; skala B. 661.
- Brendler W.** Mineralien-Sammlungen... 473.
- Brewster** 119, 121.
- Brögger W. C.** (1) Die Mineralien d. südnorveg. Granitpegmatitgänge 470; — 500; (2) Die Eruptivgesteine d. Kristianiagebietes 541.
- Brongniart A.** 613, 661.
- Brown A. P. a. Frazer P.** Tables for the Determination of Minerals... 464.
- Brun Albert,** Recherches sur l'exha-laison volc. 523.
- Bruner** 511.
- Brunlechner A.** Die Minerale d. Her-zogtums Kärnten 469.
- Brush G. J.** Manual of Determinative Mineralogy... 460.
- Brzeziński M.** 292, 297; (1) Krótka na-uka o ciałach przyrody martwej..., (2) Z dziedziny przyrody i prze-mysłu cz. III i IV 300; — 357.
- Buchwald E.** Einführung in d. Kri-stallogoptik 448.
- Buffon** 648, 655.
- Bunsen R.** 613.
- Bürklen O. Th.** Formelsammlung u. Repetitorium d. Mathematik 481.

- Buttgenbach H. Les minéraux et les roches 438; — 710.
- Bykowski-Jaksa Cz. 338.
- Bzowski Konstanty, Zarys geol. i miner. 328.
- Calderon L.** okular C. 418.
- Calderón D. S. Los minerales de España 471.
- Cappeler 638.
- Carosi Jan Filip 646, 650.
- Cayeux L. 199, 200, 201, 206, 207; L'étude pétrograph. des roches sédiment. 541.
- Chałubiński Tytus, zbiory Ch. 696; 697, 701.
- Chamberlin Rollin Thomas, The Gases in Rocks 522.
- Chaulnes Duc De, zjawisko ks. de Ch. 415.
- Chemir O. 439.
- Chester A. H. A Dictionary of the Names of Minerals... 481.
- Chładni E. F. F. 617.
- Chłapowski Fr. zbiory 695; Przewodnik po zbiorach przyrodn. T. P. N. w Poznaniu 696, 701.
- Chodkiewicz Al. hr. 666.
- Chreptowicz Joachim 662.
- Chruszczow 93, 99.
- Cienciała Jerzy, Młody mineralog... 303, 333.
- Clarke F. W. 138, 140, 164, 187, 189, 194; (1) The Data of Geochemistry 456, 515, 516, 544; (2) Analyses of Rocks... 456; (3) The Constitution of the Natural Silicates 458, 522; — 508; (4) The Constitution of the Silicates, (5) Tschermaks Theory... 525.
- Clarke F. W. u. Schneider E. A. (1) On the Constitution of Certain Micas... (2) Experimentaluntersuch über d. Constitution d. natürl. Silicate 525.
- Clarke F. W. u. Steiger G. (1) Experiments Rel. to the Constit. of Pectolite..., (2) The Action of Ammonium Chloride upon Analcite a. Leucite, (3) The Action of Ammonium Chloride upon Natrolite... 525.
- Claudel J. Tables... 482.
- Cloizeaux A. des 614, 622, 661.
- Connor 638.
- Cordier P. L. A. 119, 613, 614.
- Cornu F. 458, 496, 499.
- Credner H. 496.
- Cronstedt A. 603, 610, 642.
- Cross 157.
- Cullis C. C. 105, 179.
- Curie małżonkowie 603.
- Curie-Skłodowska patrz: Skłodowska-Curie.
- Curie Piotr 491, 603.
- Cuvier 628, 641; Historja nauk przyrodzonych 698.
- Cypner 662.
- Czacki 664.
- Czapski, gonjometr Cz. 407.
- Czarnocki Jan 563, 581; (1) O paleozoicz. rudach żelaza 584; (2) O złożu barytu w Strawczynku 585.
- Czarnocki Stefan, Budowa geol. utworów węgl. Zagł. Dąbr. 587.
- Czerwiakowski 676, 677.
- Czerwiński F. (sprowadz. przyrz.) 713.
- Czirwinski P. N. 233, 494, 513; (1) Kolicz. minerał. i chim. sostaw granitow i grejzenow 517; (2) Iskustwienneje połączenie minerałów w XIX stol. 518.
- Czyszkowski Konstanty 682.
- Czyszkowski S. 682.
- Dammer B., Tietze O.,** Die nutzbaren Mineralien 546.
- Dana E. S., A Text-Book of Mineralogy 440; — 446.

- Dana J. D. 109, 112; The System of Mineralogy 446, 473.
- Dannemann Fr., Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung 623.
- Darwin K. 178.
- Daubrée A. 75, 95, 98, 211, 214, 228, 256, 494; (1) Études synthét. de géologie expér. 518, 542; — 615; (2) Rapport sur les progrès de la géologie expér. 623; — 695.
- Dauthenay H. et Oberthür R., Répertoire de couleurs... 455.
- Day Artur L. 43, 50, 490, 496, 709.
- Day A. L., Allen E. T., Iddings J. P. The Isomorphism and Thermal Properties of the Felspars 462, 543.
- Day A. L. a. Shepherd E. S., L'eau et les gaz magmatiques 523.
- Debye i Scherrer, metoda D. i S. 443.
- Delafosse G. 624.
- Delamétherie 673.
- Desbuissons L. La vallée de Binn 471.
- Deslisle Romé 610.
- Desmarest Nic. 612.
- Devries V. 452.
- Deyrolle É. Fils d', (przyrzady) 712.
- Dimmel M. biogr. I. Domeyki 683, 700.
- Dittler E., Mineralsynthetisches Practicum 462.
- Dittrich Max, (1) Anleitung zur Gesteinsanalyse 516, 518, 544; (2) Analytische Methoden d. Silikate 516.
- Długosz 638, 644.
- Doborzyński St. (1) Złoża min. wapienia podst. (2) Złoża rud żel. maj. Klucze 584; (3) Glinki ogniotrwałe 589.
- Dobrowolski A. B. Historja naturalna lodu 408.
- Doelter C. 100, 236, 238; (1) Die Farben d. Mineralien... 448; (2) Das Radium u. d. Farben 448, 528; (3) Handbuch d. Mineralchemie 456, 457, 497, 499, 515, 516; — 458, 496, 513; (4) Allg. chem. Mineralogie 514, 516; (5) Physik.-chem. Mineralogie 515, 516; (6) Minerogenese u. Stabilitätsfelder d. Minerale 527; — 709.
- Dolomieu Deodat G. 612, 655.
- Domeyko Ignacy 349; Mineralojia 471; — 604, 683 — 685, 700.
- Dominikiewicz Mieczysław, Początki chemji i mineralogji 331; — 461, 511.
- Drew 180.
- Drzewiński Feliks 350, 611, 660, 661, 678, 682.
- (Dubois), Essai sur l'histoire littéraire de Pologne 699.
- Duchowicz i Wiśniowski 306; Wiadomości z chemji i miner. 329, 330, 332.
- Duhamel 488.
- Dultz u C-o (antykwariat) 713.
- Dunin - Borkowski, patrz: Borkowski - Dunin.
- Duparc L. 452.
- Duparc L. et Monnier A., Traité de la technique minér. et pétrogr. 461.
- Duparc L. et Pearce Fr. Traité de technique minér. et pétrogr. 452, 453, 461.
- Duparc L., Wunder M. et Sabot R. Les minéraux des pegmatites... 472.
- Durocher J. 95, 98, 494.
- Dyakowski B. 287, 290, 292, 293; (1) Pogadanki mineral. 295; — 296; (2) Historja naturalna cz. III 299; — 300, 357; (3) Zarys metodyki niższego kursu nauki o przyrodzie 363.
- Dybczyński T. Skarby kopalne ziem polskien 335.
- Ebelmen J. J. 494, 495.
- Eichwald 662.
- Eitel W. 543.

- Eitel W. u. Boeke H. E. Grundlagen d. physikal. - chem. Petrographie 463.
- Elsden James Vincent, Principles of Chemical Geology 522.
- Emich F. Methoden d. Mikrochemie 517, 518.
- Engeström G. 610.
- Ephraim F., Anorgan. Chemie 715.
- Erndtel 638.
- Ernst J. Abgekürzte Multiplikations-Rechentafeln 482.
- Estreicher A. 670, 671, 676.
- Estreicher K. Zestawienie przedmiotów zawartych w 136 tomach Biblj. Warsz. 700.
- Ewald P. P. 372.
- Falimierz 630.
- Faujas de Saint Fond 612.
- Favre G. A. Technique de la méthode univ. de Fédoroff... 452.
- Federsen D. 625.
- Fedorow E. metoda F. 23, 403, 405, 412, 423, 452; gonjometr 407; — 422.
- Fersmann A. (1) Materjały k mineralogji ostrowa Elby 471; — 500; (2) Iz-sledow. w oblasti magnezj. silikatow... 528.
- Fersmann A. u. Goldschmidt V. Der Diamant 468.
- Fletcher L. Recent Progress in Mineralogy a. Petrography 622.
- Fock Gustav (antykwariat) 713.
- Foot W. M. (minerały) 711.
- Ford William E. 440, 446.
- Forster Jan Reinhold 649.
- Forster Jerzy 649, 650, 654.
- Fouqué F. A. metoda F. 23, 229; — 95, 120, 228; Contribution à l'étude des feldspaths... 454; — 519, 614, 615, 622.
- Fouqué F. et Michel-Lévy. Synthèse des minéraux et des roches 518, 542.
- Franke N. 628.
- Fraunhofer, linje F. 428.
- Frasse A. 352.
- Frazer P. a. Brown A. P. Tables for the Determination of Minerals... 464.
- Frémy, metoda Fr. 39; — 518.
- Frenzel A. Mineralogisches Lexicon f. d. Königreich Sachsen 469.
- Fresnel, wzór F. 16, 17, 20; elipsoida F. 443.
- Friedberg W. Kopalnia soli w Wapnie 585.
- Friedel Ch. 99, 100, 494.
- Friedel G. 494, 710.
- Frycze Karol 686.
- Fuchs C. W. C. 489; Die künstlich dargestellten Mineralien 518.
- Fuchs C. W. C. - Brauns R. Anleitung zum Bestimmen d. Mineralien 465, 517.
- Fuchs E. et de Launay L. Traité des gites minéraux... 466.
- Fuess R. (mikroskopy) 712.
- Gagel C. u. Stremme H. Ueber e. Fall d. Kaolinbildung 528.
- Gahn J. G. 610.
- Galen 631.
- Galle 696.
- Galle H. 686; T. Zan 700.
- Gans R. Konstitution d. Zeolithe... 527.
- Garbowski Ludwik, Zjawiska chem. w przyrodzie 339.
- Gasser G. Die Mineralien Tirols... 470.
- Gaubert P. Minéralogie de la France 470; — 709.
- Gay-Lussac 95, 494.
- Geikie Arch. 382; Outlines of Field-Geology 473.
- Gesner 638.
- Gibbs, reguła faz G. 497.

- Gilibert 649, 650, 654.
- Glinka K. D. 379, 513; (1) K woprosu o wodnych alumosilikatach..., (2) O niekotorych reakcjach alumosilikatow 527.
- Gmelin 489, 638.
- Goetel W. O kontakcie diabazu z piaskowcem permskim 588.
- Goldschlag M. O wyst. skały wylewnej w poloninie Rohonieskiej 589.
- Goldschmidt V. 376; gonjometry G. 406, 407, 409; (1) Index d. Krystallformen..., (2) Krystallogr. Winkel Tabellen, (3) Atlas d. Krystallformen 447; (4) Chem.-miner. Betrachtungen 525.
- Goldschmidt V. u. Fersmann A. Der Diamant 463.
- Goldschmidt V. M. gonjometr G. 407; Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet 465; — 710.
- Gonnard F. Minéralogie des Départemens du Rhone et de la Loire 470.
- Gorazdowski L. O składzie chem. tatr. minerałów skalotw. 586.
- Gorgeu 501.
- Gossner B. 509; Zur chem. Konstitution d. Silikate 528; — 625.
- Gottwald Krzysztof 638, 648.
- Graham 50.
- Grandjean 99, 206.
- Grebel A. (minerały) 712.
- Greg R. P. a. Lettsom W. G. Manual of Mineralogy... 470.
- Groth P. 436; (1) Physikal. Krystallographie 450; (2) Tabellarische Übersicht d. Mineralien... 457, 522; (3) Tableau systématique des minéraux... 458; (4) Grundriss d. Edelsteinkunde 467; — 473; (5) Die Mineraliensammlung... 474; — 480; gonjometr G. 691; — 710.
- Groth P. u. Mieleitner K. Mineralogische Tabellen 458.
- Grubenmann U. 213, 217, 219, 222, 223, 390, 465, 505; Die kristallinen Schiefer 521, 542, 716.
- Grubenmann U. u. Niggli P. Die Gesteinsmetamorphose 716.
- Grzybowski J. Przegl. mapa geol. ziem polskich 334; — 574.
- Grzybowski J. i Weigner St. Płody kopalne ziem polskich 335.
- Grzybowski J. i Wójcik K. Monografia Krak. Zagł. Węglowego 587.
- Guckelberger 501.
- Guetard J. E. 612, 613.
- Guglielmini D. 609.
- Gümbel 210.
- Günther Siegmund, Geschichte d. anorg. Naturwissenschaften... 624.
- Gürich 582; Das Palaeozoicum im Poln. Mittelgebirge 589.
- Gwagnin 630.
- Hacquet Baltazar 669, 670, 672.
- Haidinger 684.
- Hall James 227, 493, 612.
- Hamerska M. Old-red podolski 589, 716.
- Haneman E. (konstrukcja przyrz.) 713
- Harabaszewski J. 461, 511.
- Harada, lejek H. 128.
- Harker A. 710.
- Haug E. 382.
- Hauswaldt H. Interferenz-Erscheinungen an doppeltbrechenden Krystallplatten... 448.
- Hautefeuille 38, 94, 494.
- Haüy René Just 8, 115, 487, 488, 610, 613, 622, 653—655, 658—660, 663.
- Hayes C. W. Handbook for Field-Geologists 473.
- Hedde M. F. The Mineralogy of Scotland 470.
- Heitpern M. (1) Początki nauki o przyrodzie, (2) Pogadanki o tajemnicach przyrody cz. I 298; (3) Za-

- sady metodyki ogólnej nauk przyrodn. 363.
- Henckel** 638, 642.
- Henglein M.** Lötrohrprobierkunde 459.
- Henrich F.** Versuche mit frisch geflossener Lava 527.
- Hermann W.** Über d. Einwirkung oxydierender u. reduzierender Gase... 527.
- Hessel J. Fr. Chr.** Chemischer Bestand d. Glieder d. Feldspath-Familie 524; — 624.
- Heumann** 507.
- Hillebrand W. F.** 376; (1) The Analysis of Silicate a. Carbonate Rocks 461, 544; (2) Analyse d. Silikat-u. Karbonatgesteine 517, 518.
- Himmelbauer Alfred** 458, 499, 500, 523; Die Bedeutung d. Kolloidchemie f. d. Mineralogie 528.
- Hintze C.** Handbuch d. Mineralogie 445, 446, 473, 515.
- Hirschwald J.,** okular H. 419; (1) Anleitung zur pyrochem. Analyse... 459; (2) Handbuch d. bautechnischen Gesteinsprüfung 546, 547.
- Hobbs W. H. a. Bayley W. S.** A Summary of Progress in Mineralogy... 622.
- Hochgesang u. Voigt,** patrz: **Voigt** u. **Hochgesang.**
- Höfer A.** Die Mineralien Kärnthens 469.
- Hoefer** 625.
- Hoffmann J. Fr.** 667.
- Holleman A. F.** 381.
- Holmquist P. J.** 710.
- Horodecki I.** 660, 661.
- Humboldt** 667.
- Hunt W. F. a. Kraus E. H.** Mineralogy 440.
- Hutchinson A.** 625, 710.
- Hutton James** 227, 493, 612, 655.
- Huyghens Chr.** okular H. 411, 418;— 603, 609.
- Ibn Sina,** patrz: **Avicenna.**
- Iddings J. P.** 157; (1) Rock Minerals 453, 539; (2) Igneous Rocks 539, 540.
- Iddings J. P., Day A. L., Allen E. T.** The Isomorphism a. Thermal Properties of the Felspars 462.
- Jablczyński K.** Pierścienie Lieseganga 523.
- Jabłonowska Anna** ks. 349, 651.
- Jabłonowski** 640, 652.
- Jacek W.** O zawartości kwasu fosforow. w fosforytach Podola 586.
- Jackowski J.** 696.
- Jaeger F. M.** Eine Anleitung zur Ausführ. exakter phys.-chem. Messungen 523.
- Jakob J.** 444, 508; Zur Konstitution d. Silikate 528.
- Jakowicki I.** 350, 661—664.
- Jaksa-Bykowski Cz.,** patrz: **Bykowski-Jaksa Cz.**
- Jänecke Ernst** 504; Die Entwicklung d. deutschen Kalisalzlager 520.
- Jaśkiewicz Jan** 645, 650, 669.
- Jaskólski St.** O amfibolitach tatr. 588, 716.
- Jastrzębowski W.** 635, 681, 682.
- Jaworski Fr.** Uniwersytet lwowski 698.
- Jełowicki Al.** ks. 671.
- Johnsen A.** 709.
- Joly J.** 191.
- Jonston Jan** 631—634, 638.
- Jordis E.** Zur Chemie d. Silikate 527.
- Joteyko-Rudnicka,** patrz: **Rudnicka-Joteyko.**
- Joukowsky E.** 458.
- Jundziłł B. S.** ks. 654, 660.
- Jurkiewicz K.** (1) Kamienie drogie 336;— 683, 690, 695, 696; (2) I. Domeyko 700; (3) Tytus Chałubiński 701.
- Jussieu** 680.
- Just** 671

- Kahlbaum C. A. F.** (odczynniki) 713.
Kalkowsky 198.
Kamecki St. Przyczynek do znajom. grój. glin ogniotrw. 589.
Kamecki St. i Rozen Z. Klucz do oznacz. minerałów... 331, 464, 517, 518.
Kant 165.
Karasiński M. 479.
Karczewski Stanisław 314, (1) Geol. i miner. w szkole średniej 332, 333, 356, 364, 365; (2) O budowie mikr. węgla kam. 586.
Kayser E. 382.
Keilhack K. 382; Lehrbuch d. praktischen Geologie 472.
Kenngott A. Die Minerale d. Schweiz 470; — 501.
Kepler 609.
Kircher Atanazy 634, 638.
Kirwan 655.
Kitajewski A. M. 668.
Klaproth M. H. 28, 488, 603, 611.
Klein Jakób 638, 648.
Klément C. et Rénard A. Réactions microchim. à cristaux .. 460.
Kley P. D. C. Behrens-Kley mikrochem. Analyse 460, 517, 518.
Klincksieck P. et Valette Th. Code des couleurs... 455.
Klockmann A. Lehrbuch d. Mineralogie 436.
Kluk Krzysztof ks. 349, 642—645, 652, 669.
Kobell Fr. 111; (1) Die Mineralnamen 481; (2) Geschichte d. Mineralogie 605, 621, 698; — 659.
Kobell Fr. - Oebecke K. Tafeln zur Bestimmung d. Mineralien 465, 516.
Kochański 639.
Kokszarow N. 468; Materialien zur Mineralogie Russlands 470.
Kolbeck Fr. 459.
Kołątaj Hugo 628, 645, 650, 654, 664, 669; Listy w przedmiotach naukowych 699.
Komarzewski 665.
Konarski ks. 640.
Kondratowicz H. Górnictwo 336.
Königsberger J. 24, 211; okular K. 419; metoda K. 453; Über alpine Mineralagerstätten 470;— 496, 497.
Kontkiewicz S. (1) Krótki podręcznik mineralogji 318; (2) Sprawozdanie z badań geol.... 585.
Kopp H. 487.
Korzeniowski Alojzy X. 658.
Kownacki Hipolit 647.
Koziorowski K. 349, 495, 529; Rudy Żel. Wschod. Okr. Górn. 584; — 618, 621.
Krantz F. (modele) 390, (minerały i przyrz.) 712.
Krasiński W. hr. 666.
Kratzer Anna 303.
Kraus Edward H. The Future of Mineralogy in America 622; — 710.
Kraus E. H. a. Hunt W. F. Mineralogy 440.
Kraushar Al. Tow. Warsz. Przyjaciół nauk 698.
Kreutz Feliks 692, 693, 700.
Kreutz Stefan 478, 479, 498, 509, 529, 561—564, 568, 580; (1) Sprawozd. z poszukiwań miner. 584; (2) O kryształach sylwinu w Kałuszu, (3) O siarce i barycie..., (4) O minerałach złóż truskawieckich, (5) Gipsy Polskie 585; (6) Przycz. do morf. kalcytów polskich 586; (7) Łupek granat. - sylimanitowy w Tatrach, (8) O limburgicie w Tatrach 588; — 595, 689, 706.
Kromer Marcin 630, 638, 644.
Kropaczek B. Borysław 587.
Krosnowski 675, 682.
Krusch P., Beyschlag F. u. Vogt J. H. L. Die Lagerstätten d. nutzbaren Mineralien... 466, 520, 545.
Krzywicki J. 667.

- Kucharzewski F. 687.
 Kulwiec K. Osobliwości i zabytki przyrody 598.
 Kumelski N. 350, 663.
 Kundt, metoda K. 27; przyrząd K. 403.
 Kuntz G. F. Gems a. Precious Stones... 471.
 Kurowski i Szymański, patrz: Szymański i Kurowski.
 Kusche Artur (minerały) 712.
 Kuźniar Cz. 558, 582; (1) Bogactwa kopalne Górn. Śląska 584; (2) Skały osadowe tatr., (3) Loess w Beskidzie Zach. 589.
- Lacroix A.** (1) Les enclaves des roches volc. 466, 520; (2) Minéralogie de la France... 468, 470; (3) Minéralogie de Madagascar 471; (4) Les roches alcalines..., (5) La minéralogie 622; — 709.
Lacroix A. et Michel-Lévy A. (1) Les minéraux des roches, (2) Tableaux des minéraux des roches 454.
Lagorio A. Über d. Natur d. Glasbasis... 522; — 690, 691, 696.
Lametterie 655.
Landauer J. Die Lotröhranalyse 459.
Landolt - Börnstein, Physikal. - chem. Tabellen 481.
Laplace 165.
Lapparent A. de 110, 111, 437; Cours de minéralogie 438.
Lapparent J. de 710.
Larsen Esper S. 67; The Microsc. Determination of the Nonopaque Minerals 451, 498.
Laskowski H. S. 291; Gips... 297.
Laue, metoda L. 443; diagram L. 509; — 616.
Launay L. de 252; Traité de métallurgie 544, 545; — 600.
Launay L. de et Fuchs E. Traité de gites minéraux... 466.
- Lavoisier** 613, 617.
Lebedew G. Učebnik mineralogji 440.
Le Chatelier H., pirometr L. Ch. 27, 229, 496, 498, 513; La silice et les silicates 522.
Lechowicz Andrzej 630.
Ledoux P. 352.
Leevenhoek Q. 609.
Lehmann 497, 642, 644.
Leibnitz 638.
Leiss C. mikroskop L. 412, 423; Die optischen Instrumente d. Firma R. Fuess...452; (mikroskopy)712; gonjometr L. 715.
Leitmeier H. 458, 496, 709.
Leitz E. (mikroskopy) 712.
Lemberg J. reakcja L. 40, 41; — 100, 101, 132; metoda L. 381; — 461, 491, 492, 496, 501. 506—508, 512, 513; (1) Zur mikrochem. Unters. von Calcit..., (2) Zur mikroskop. Unters. von Calcit... 523; (3), (4), (5), Zur mikrochem. Unters. einiger Minerale, 6) Zum mikrochem. Nachweis d. Eisens, (7) Zur mikrochem. Unters. einiger Min. aus d. Gruppe d. Lamprite, (8) Chem. Unters. eines unterdevon. Profils..., (9), (10) Die Gebirgsarten d. Insel Hochland..., 11) Über einige Umwandl. finnl. Feldspathe, (12) Chem.-geol. Unters. einiger Kalklager..., (13) Über Contacterscheinungen bei Predazzo, (14) Über Serpentine von Zöblitz... 524; (15) Über Silicatumwandlungen, (16) Über Gesteinsumbildungen bei Predazzo..., (17), (18) Zur Kenntniss d. Bildung u. Umwandlung von Silicaten, (19), (20), Zur Kenntniss d. Bildung u. Umbildung von Silicaten 525.
Leonhard C. C. 480, 613, 673, 674, 678.
Leonhard G. Handwörterbuch d. topograph. Mineralogie 474.

- Leppert Wł.** 645; Rys rozwoju chemji... 698.
Leslie Stephen 625.
Leszczyński król 640.
Lettsom W. G. a. Greg R. P. Manual of Mineralogy... 470.
Lévy A. znakowanie L. 437.
Lewiński Jan (1) Podstawy mineralogji i geologii... 324—328, 714; (2) Wskazówki do kompletowania zbiorów krajowych 333.
Lewis G. G. Program propedeutyki przyrody... 364.
Lewis W. J. 710.
Liebidincew 184.
Liebig 679.
Liebisch T. 337.
Liesegang Raphael Ed. (1) Geolog. Diffusionen, (2) Die Achate 523. Lille 671.
Linck G. 445, 480, 529.
Lind S. C. a. Bardwell D. C. The Coloring a. Thermophosphorescence Prod. in. Transp. Minerals... 529.
Linneusz 642, 648, 657.
Lipski 644.
Lisikiewicz J. ks. 641.
Litauer-Oppenheimowa H. Podręcznik nauk przyrodn... 303.
Littrow J. J. 624.
Liversidge A. The Minerals of New-South Wales 472.
Lomb a. Bausch, patrz: Bausch a. Lomb.
Löwl Ferdynand, Zarys nauki o skałach... 338.
Luc de 655.
Lucas 670.
Luedecke, Die Minerale d. Harzes 469.
Lüdtke G. 706.
Lyell Ch. 171, 648.
Łabęcki H. 669, 680, 681; Górnictwo w Polsce 698.
Ładowski R. ks. 642, 652.
Łomnicki M. Formacja gipsu... 585.
Łomniczy M. i J. Mineralogja i geologja... 323.
Łopuski Gzesaław, Rozwój miner. i geol. w ostatnich latach trzydziestu 621.
Łubiński 666.
Łukasiewicz J. 362.
Majewski St. 560.
Majorkiewicz Jan 665; ...Wojeiach Zbozrzewski 700.
Makowiecki Narcyz 687.
Makowski A. Polskie Zagłębie Węglowe 587.
Malewski Franciszek 685.
Malinowski Ernest 685.
Mallard F. E. metoda M. 21, 34; stała M. 422; — 615, 622.
Małkowski St. 478, 479, 579, 580, 583; (1) O kaolinach woł., (2) Metamorfizm kontaktowy .., (3) Skały kryst. Wołynia..., (4) Andezyty okolic Pienin, (5) Sprawozd. z badań geol. bazaltów... 588; (6) Sprawozd. tymcz. z badań niekt. glin kraj., (7) O wydmach piaszcz. okolic Warszawy 589.
Marc R. (1) Vorles. über d. chem. Gleichgewichtslehre... 463, 502, 523; (2) Die Phasenregel..., (3) Über d. Bedeutung d. Kolloidchemie... 523.
Marcin z Urzędowa 631.
Marggraf 488, 643.
Markowski 671.
Marx C. M. Geschichte d. Krystallkunde 622.
Meigen 41.
Merck E. (odczynniki) 713.
Merrill G. P. (1) The Nonmetallic Minerals 466; (2) Handbook a. descriptive catalogue... 468.
Metzel 666.
Meunier Stanislas, Les méthodes des synthèses en minéralogie 518.

- Meyer St. 515.
 Meyerhoffer, schemat M. 47, 49; — 231, 237, 238, 496.
 Miączyński P. Złoża woskowe w Borysławiu 587.
 Michael R. Die Geologie d. oberseh les. Steinkohlenbezirkcs 587.
 Michalski Władysław, Przyroda marta 336.
 Michel-Lévy A. metoda M. L. 23; — 95, 120, 228, 229, 242; komparator M. L. 422; — 519, 614, 615.
 Michel-Lévy et Fouqué F. Synthèse des minéraux et des roches 518, 542.
 Michel-Lévy et Lacroix A. (1) Les minéraux des roches, (2) Tableaux des minéraux des roches 454.
 Michel H. 462; Die künstlichen Edelsteine 468.
 Mlechowita 630, 638.
 Mieleitner K. (1) Die technisch wichtigen Mineralstoffe 466; — 487, 605; (2) Geschichte d. Mineralogie 622.
 Mieleitner K. u. Groth P. Mineralogische Tabellen 458.
 Miers H. A. (1) Mineralogy, (2) Manuel pratique de minéralogie 439, 440.
 Miklaszewski B. Przyczynki do poznawania rud kraj. 584.
 Miklaszewski St. 270, 271.
 Miller, znakowanie M. 436, 437.
 Millosevich F. I 5000 elbani... 471.
 Milne-Edwards 680.
 Milner H. B. An Introduction to Sedim. Petrography 541.
 Miłobędzki T. 381.
 Mitscherlich Eilhard 28, 115, 489, 611, 678.
 Mittay M. 364.
 Mitterpach 652.
 Mniszcz Michał Jerzy 649; Myśli wzgl. założenia Musaeum Polon. 699.
 Mohs F. skala M. 9, 402, 404, 678; — 489, 624.
 Moissan H. 494.
 Monnier A. et Duparc L. Traité de la technique minère. et pétrogr. 461.
 Montessus de Ballore R. de 706.
 R. Morey G. a. Niggli P. Die hydrothermale Silikatbildung 462.
 Mor zewicz ózef 94, 229, 241, 301, 331, 334, 350, 378, 392; tłumaczenie podr. G. Tschermaka 435; (1) Opyty nad obrazow. mineralów w magmie 462, 527; — 464, 478, 479, 495, 508, 517; (2) Über Synthèse d. Minerale d. Hauyngruppe, (3) Petrogr. synthetische Mitteilungen 526; (4) Korund, (5) O wywietriwanji rudonosnych porod..., (6) O tak nazyw. awgito-granatowej teorji..., (7) O metodzie oddziel. potasu i sodu..., (8) Wyodrębnianie ziem rzadkich z mariopolitu 527; (9) Exper. Untersuch. über d. Bildung d. Minerale im Magma 543; (10) Staszycyt, (11) O lubeckicie... 584; (12) O miedziankiecie 585; (13) O lublinie, (14) O pokładach fosforonoś. Podola, (15) O grodnolicie, (16) Z mineral. i petrografji Tatr, (17) O bardolicie 586; (18) O haczetynie, (19) Opis mikroskop. granitów tatr., (20) Granit tatr., (21) Über Tatragranite 587; (22) Przyczynki do petrogr. krajowej, (23) O techn. wartości andezytów 588; (24) O bonarskiem złożu haczetynu 589; — 594, 615, 619; (25) Przegląd histor. podr. mineralogji w Polsce 621, 698; — 628, 631, 660, 681, 686, 689, 690, 693, 694; (26) Pamięci F. Kreutzta, (27) Wł. Pawlica 700; — 703.
 Moses A. J. a. Parsons Ch. L. Elements of Mineralogy... 459.

- Mouschkétoff J.** Les richesses minér. du Turkestan Russe 472.
- Mügge O.** 498.
- Mulert O.** Über d. Thermochemie d. Kieselsäure... 528.
- Müller** 496.
- Murdoch J.** Microsc. Determination of the Opaque Minerals 451.
- Murray J.** 183, 185, 188, 189.
- Naumann Carl Friedrich** 436, 437, 489.
- Naumann-Zirkel,** Elemente d. Mineralogie 436.
- Nernst** 236.
- Nestler Albert,** suwak logar. N. 384.
- Neumann F.** 624.
- Neumayr M.** Dzieje ziemi 339, 382, 592.
- Neuner E.** 706.
- Newton,** skala barw N. 19, 126.
- Nicol** 119.
- Nieczajew A. W.** (1) Kristallografja... (2) Mineralogja 440.
- Niedźwiedzki J.** 577; (1) Stosunki geol. formacji solonoś. Wieliczki i Bochni. (2) O formacji solnej Kałusza 585; (3) O bursztynach Karpat Gal. 587; — 693, 700.
- Niggli P.** 112, 376, 438; (1) Lehrbuch d. Mineralogie 438, 441-444, 458, 465, 497, 504, 715; (2) Neuere Mineralsynthesen 462, 528; (3) Die leichtflücht. Bestandteile im Magma 463, 523; — 496, 508, 509, 513; (4) Allg. Lehre von d. Entstehung u. d. Zusammenvorkommen d. Mineralien 520; — 624, 709; (5) Gesteins- u. Mineralprovinzen 716.
- Niggli P. u. Grubenmann U.,** Die Gesteinsmetamorphose 716.
- Niggli P. u. Morey G.** Die hydrothermale Silikatbildung 462.
- Nikitin W.,** kompensator N. 420; — 422; La méthode universelle de Fédoroff 452.
- Nowak J.** 573, 574; Nafta karpacka... 587.
- Oberthür R. et Dauthenay H.** Répertoire de couleurs... 455.
- Oczko** 644.
- Oebbecke K. — Kobell F.** Tafeln zur Bestimmung d. Mineralien 465, 516.
- Oettingen** 625.
- Ogiński Michał** ks. 650.
- Ohman Otto,** Leitfaden d. Chemie u. Mineralogie... 330.
- Olszewski St.** 695
- Opaliński Łukasz** 630, 638, 644.
- Opolski Z.** 586, 716.
- Oppenheimowa-Litauer,** patrz: Litauer-Oppenheimowa.
- Orzechowicz Bolesław** 651.
- Osann A.** 155, 156, 158, 222, 537.
- Osiński Józef** ks. 647.
- Ostwald Wol.** 51.
- Pallas** 617.
- Paracelsus** 623.
- Parker R. L.** 509, 709.
- Parsons Ch. L. a. Moses A. J.** Elements of Mineralogy... 459.
- Patrin** 655.
- Pawlica Władysław** 200, 201, 242, 478, 479, 578, 582; (1) Rudy ilaste Starachowic 584; (2) O złożach miner. granitu tatr., (3) O gedrycie w Tatrach, (4) Prenit w Tatrach 586; (5) Pegmatyty Tatr 587; (6) Półn. wyspa kryst. w Tatrach, (7) Garłuchowskie skały wap.-krzemian. 588; (8) Ilaste rudy żelazne Starachowic 589; — 689, 694.
- Pawlikowski J. G.** Kultura i Natura 598.
- Pawłowicz M. A.** 350, 666, 667, 669, 700.
- Pearce F. A.** 458.

- Pearce Fr. et Duparc L. *Traité de technique minér. et pétr.* 452, 453, 461, 540.
- Pebst A. 364.
- Penfield, gonjometr P. 406; — 460.
- Peters Karol F. *Mineralogja* 290, 294, 300, 301, 302.
- Petrascchek W. *Die Kohlenlager Oesterreich-Ungarns* 587.
- Petrycy 644.
- Pffaffius St. 580; *Opis t. zw. anamezytu woł.* 588.
- Pfeiffer P. 381.
- Phillips A. H. *Mineralogy* 440.
- Phillips J. A. *A Treatise on Ore Deposits* 466.
- Pieślak Alojzy 685.
- Piotrowski Feliks, *Skąd się wzięły kamienie...* 303.
- Pirsson 157, 239.
- Platon 487.
- Plattner C. F. 29, 331; (1) *Probierkunst mit d. Lötrohre* 459, 517, 518.
- Plewiński i Berent, patrz: Berent i Plewiński.
- Plinusz 607.
- Pochwalski T. 668; *Zasługi Staszica...* 699.
- Poggendorff J. C. 625.
- Poisson 617.
- Poniatowski Michał 650.
- Poniatowski Stanisław 650.
- Pöschl V. *Die Härte d. festen Körper* 448.
- Požaryski M. 384.
- Priestley J. 610.
- Przemyski S. 461, 511.
- Pulfrich, *reflektometr* P. 396.
- Puławski Korwin Fr. X. P. 669.
- Pusch J. B. (*Pusz-Koreński*) 435, 553, 564, 566, 568 -- 570, 576, 583, 586; *Geogn. Beschr. von Polen* 584; — 668, 670, 680, 686.
- Quensel P. 710.
- Raciborski M. *Zabytki przyrody* 598.
- Radde, *skala* R. 455.
- Radomiński F. 690, 695.
- Radzikowski Eljasz St. *Góry srebrne w Tatrzech...* 699.
- Radziszewski P. 579; (1) *O granitach karp.*, (2) *Spraw. z badań petrogr. na Wołyniu* 588.
- Radziwiłłowa Anna 638.
- Raimondi A. *Minéraux du Pérou* 471; — 685.
- Rammelsberg C. F. 507, 515; *Mineralchemie* 516.
- Ramsay 603.
- Ramsden, *okular* R. 418.
- Redlhamer Józef 641.
- Reichert C. (*prep. optyczne*) 712.
- Reis O. M., Arndt H. u. Schwager A. *Übersicht d. Mineralien u. Gesteine d. Rheinpfalz* 469.
- Rénard 188, 189.
- Rénard A. et Klément C. *Réactions microchimiques...* 460.
- Retgers 200.
- Reuter u Steeg (*mikroskopy*) 712.
- Rewuckaja E. *O kalaminie...* 584.
- Richthofen 207.
- Riecke 215, 217.
- Rieke Reinhold, *Die Arbeitsmethoden d. Silikatechemie* 462, 519.
- Rinne F. 376, 496, 510, 513; (1) *Die Lockerung d. Kristallgebäudes von Zeolithen...* 526; (2) *Kristall.-chem. Ab- u. Umbau...* 528; (3) *Gesteinskunde* 540; — 710.
- Rohrbach P. *Über Eruptivgesteine.* 588.
- Rolle Michał 664; *Ateny Wołyńskie* 700.
- Röntgen, *promienie* R. patrz: skorowidz rzeczowy.
- Roozeboom Bakhuis H. W. 49, 50.
- Rose Gustaw 496, 501, 518, 679.
- Rose Henryk 489.

- Rosenberg M.** Początki górnictwa w Polsce 699.
- Rosenbusch Harry** 120, 135, 151, 152, 219, 223, 224, 449, 450; (1) Über d. Kontaktzone..., (2) Die Steiger Schiefer... 465; (3) Elemente d. Gesteinslehre 537; (4) Mikroskopische Physiographie... 538; — 540, 579, 614, 615.
- Rosenbusch H.** u. **Wülfig E. A.** Mikroskop. Physiographie... 371, 384, 409, 421, 443, 449, 450, 452, 453, 461, 538, 540, 716.
- Rostafiński Józef** 628, 651, 652; (1) Średniow. historia naturalna, (2) Księżna wojew. Braclawska 699.
- Roth Justus** 210; (1) Allgemeine u. chemische Geologie 514, 516; (2) Beiträge zur Petrographie d. pluton. Gesteine 544.
- Roth W. A.** 481.
- Rozen Z.** 478, 579; (1) Pilolit z Miękini 586; (2) Dawne lawy W. ks. Krak. 588; — 706.
- Rozen Z.** i **Kamecki S.** Klucz do oznacz. mineralów... 331, 517, 518.
- Rudnicka-Joteyko Z.** 288, 293; (1) Siarka... 296; (2) Węgiel..., (3) Krzem., (4) Saletra..., (5) Fosfor... 297; — 300, 357.
- Rudzki M. P.** 211, 212.
- Ruska J.** 344, 352; Methodik des miner.-geol. Unterrichts 365.
- Rzeczyński Gabryel** 637, 638, 639, 640, 642, 644, 648.
- Sabot R., Duparc L.** et **Wunder M.** Les minéraux d. pegmatites... 472.
- Sachs A.** Die Bodenschätze Schlesiens 584.
- Sainte-Claire Deville H.** 38, 95, 494, 495.
- Samsonowicz J.** 556, 564; O złożu hematytu w Rudkach 584.
- Sandford S., Schrader F. C.** a. **Stone R. W.** Useful Minerals... 471.
- Sarasin E.** 99, 100, 494.
- Sartorius** 650.
- Saussure H. B.** de 612.
- Scacchi A.** Catalogo dei Minerali Vesuviani 471.
- Schafhäütl C. G.** 496.
- Schäfer H.** 364.
- Scharizer Rudolf** 508; Beiträge zur Kenntnis d. chem. Konstitution u. d. Genese d. natürl. Eisensulphate 527.
- Scheele K. W.** 603, 610.
- Scheidt Franciszek** 650, 669.
- Scheidler August** 366.
- Scherrer, metoda Debye'a** i **Sch.** 443.
- Scheuchzer** 637, 639.
- Schirmeyen K.** System. Verzeichnis mähr.-schles. Mineralien... 469.
- Schleyer A. dr.** Świat mineralów 321, 332.
- Schmidt Herman** 676.
- Schneider E. A.** 508.
- Schneider E. A.** a. **Clarke F. W.** (1) On the Constitution of Certain Micas..., (2) Experimentaluntersuchungen ü. d. Constitution d. natürl. Silicate 525.
- Schneiderhöhn H.** Anleitung zur mikrosk. Bestimmung u. Untersuchung von Erzen... 451.
- Schrader F. C., Stone R. W.** a. **Sandford S.** Useful Minerals... 471.
- Schrauf A.** Atlas d. Krystallformen... 447.
- Schroeder van der Kolk** 123.
- Schroter Adam** 630.
- Schulz K.** u. **Böttger H.** Die Fortbildung des Lehrers i. d. Mineralogie 715.
- Schulze E.** Lithia Hercynica 469.
- Schuster M.** metoda **Sch.** 23.
- Schwager A., Arndt H.** u. **Reis O. M.** Übersicht d. Mineralien... 469.

- Schweiger 673.
 Seibert V. u. H. 712.
 Seligmann G. 711, 717.
 Sénarmont H. 97, 98, 494, 496, 615.
 Shepherd E. S. a. Day A. L. L'eau et les gaz magmat. 523.
 Sidney Lee 626.
 Siemiradzki J. (1) Geologia ziem polskich 335, 584; (2) Plody kopalne Polski 468, 714.
 Siennik 631.
 Sigmund A. Die Minerale Niederösterreichs 469.
 Silber P. 507.
 Simm Kazimierz, Muzeum Przyrodnicze 332.
 Simplicissimus 638.
 Sioma J. (1) Nabludjenja po miner. i litologii Łysogorja 584; (2) Szkieł ewolucji pojęć w mineralogji 620; — 689, 706.
 Sjögren H. Mineralogiska afdelningen 626.
 Skimborowicz 665.
 Skłodowska-Curie M. 491, 603.
 Skłodowski Cz. (konstrukcja przyrz.) 713.
 Slavik F. 710.
 Smith A. 381.
 Smith Herbert, reflektometr S. 396, 493.
 Smoluchowski M. 371, 380, 511.
 Śniadecki Jan 645; Żywot lit. H. Kołłątaja 699.
 Śniadecki Jędrzej 645.
 Sobieszkański M. 664, 687.
 Sokolnicka E. Kurs elem. zoologii, botaniki i mineralogji 303.
 Sonntag B. Geologie von Westpreussen 587.
 Sorby Henry Clifton 120, 614, 692.
 Spencer Leonard J., The World's Minerals 320, 332; — 625.
 Spezia 211, 217.
 Spitznagel 654.
 Spórzyński Ksawery 302.
 Sprockhoff, Ze świata mineralnego 302.
 Spyczyński 631.
 Stahl 643.
 Stanisław August 650.
 Stanko Jan 630.
 Stark M. 710.
 Staronka W. 461, 511; O kruszcu miedzi z Miedzianki 584.
 Starowolski 630, 638, 644.
 Starzyński Z. 478.
 Staszic St. 627, 628, 653, 665-668.
 Steeg u. Reuter (preparaty optyczne) 712.
 Steiger G. a. Clarke F. W. (1) Experiments Rel. to the Constit. of Pectolite..., (2) The Action of Ammonium Chloride upon Analcite..., (3) The Action of Ammonium Chloride upon Natrolite... 525.
 Steinmetz H. 710.
 Stelzner A. W. - Bergeat A. Die Erzlagerstätten 466, 519.
 Steno Mikołaj 610.
 Stobiecki S. St. Zaręczny 701.
 Stone R. W., Schrader F. C. a. Sanford S. Useful Minerals... 471.
 Stöber F. gonjometr S. 407.
 Stremme H. u. Gagel C. Über e. Fall d. Kaolinbildung... 528.
 Strokowska Wanda 321.
 Stroński, Wspomnienie St. hr. D.-Borkowskiego 700.
 Stuer Alexandre (minerały) 711.
 Stutzer O. Die wichtigsten Lagerstätten der „Nichterze“ 546.
 Suckow 670.
 Suszczynskij P. P. Materjały po izucz. kontaktow... 521.
 Świdorski B. O złożach solnych W. Ks. Poz. 585.

- Świetlik** (szlifiernia szkieł opt.) 713.
Święcicki Hipolit 687; Szkoła Kielecka 700.
Świętosławski W. 42, 381, 511.
Symonowicz Roman 350, 611, 654—656, 658—660, 662, 663.
Syreniusz 631.
Syroczyński L. Kopalnie oleju skalnego... 587.
Szadecky J. Der Granit d. Hoben Tatra 587.
Szafer Wł. Spraw. z działaln. P. Kom. Ochr. Przyr. 717.
Szymański i Kurowski (roboty szklarskie) 713.
- Tammes Tine**, lampa T. 423.
Tanatar I. I. Tablicy dla opredielenia minerałów... 465.
Tenzel 637, 639.
Teofrast 487, 606.
Tertsch Herman (1) Einführung in d. Lehre von d. Mineralen... 320, 337; (2) Mineralogie u. Geologie 366; okular T. 405, 422; — 709.
Thales z Miletu 603, 606.
Thénard 673.
Thomson 675.
Thoulet, ciecz T. 123, 405.
Thugutt Stanisław Józef 40, 41, 101, 381, 455; (1) Stan obecny metod badania mikrochem... 460, 524;—461, 478, 479, 495, 498, 499, 500, 501, 506, 508; (2) Miner.-chem. Studien, (3) Zur Chemie ein. Aluminosilicate, (4) O zeagonicie..., (5) Über d. Ursprung des Sodalits..., (6) Błędy przy ozn. wody w zeolitach, (7) Mikrochem. dowód złożoności hydronefelitu..., (8) O błyszczu żel., (9) O kankrynicie, (10) Über e. Apophyllit-Analcim Auswürfling..., (11) O zeolitach fonolitu..., (12) O pochodz. analeymu skał wulk., (13) O rozpuszcz. pewnych krzemianów w wodzie, (14) O wzorach konstyt. nefelinu 526;—529, 689, 690, 703, 706.
Tietze O u. Dammer B. Die nutzbaren Mineralien 546.
Tokarski J. 478, 479, 568; (1) Syngonit z Morszyna, (2) Przyczynek do znajom. luźnych kryształów gipsu, (3) Melanteryt i keramohalit... 585; (4) O fosforytach polsk. Podola, (5) O diamentach marmaroskich 586; (6) O skale magm. Gor. Śtokrzys., (7) Materiały do znajom. glin polskich, (8) Loes pow. Skolskiego 589;—689; J. Niedźwiedzki 700;—706.
Tołłoczko St. 478, 479, 689.
Tomaszewski Józef 654, 668, 670.
Traube H. Die Minerale Schlesiens 408, 584; — 567.
Treadwell F. P. (1) Chemja anal. jakościowa, (2) Chemja anal. ilościowa 381, 461, 511, 544.
Trolle-Wachtmeister 489.
Tschermak Gustav 32, 63, 109, 112, 120, 155, 321, 350, 371; (1) Lehrbuch d. Mineralogie 431-434; (2) Podręcznik mineralogji 435, 583, 585, 586;—436, 524, 583, 619, 628, 686, 698.
Tutton, gonjometr T. 409.
Tylkowski Wojciech 634-637, 641, 644, 682.
Tyndall, zjawisko T. 51.
Umiński Wł. Skarby podziemne Polski 298;—300.
Usiglio 243, 502.
Valentinus Basilius 623.
Van Hise Ch. R. 214, 217; A Treatise on Metamorphism 521, 542.
Van't Hoff J. H. 45, 46, 48, 96, 211, 212, 214-217, 243, 247-249, 278, 373; Untersuchungen über d. Bildungs-

- verhältnisse d. ozeanischen Salzablagerungen 463, 520; — 496, 502, 504.
- Vater H. 496.
- Vauquelin L. N. 488, 603, 611, 673.
- Vernadsky W., patrz: Wernadskij.
- Verneuil 39.
- Vogt J. H. L. 48, 49, 231, 233, 236, 496, 515; (1) Die Silikatschmelz-lösungen 522; (2) Phys.-chem. Gesetze d. Krystallisationsfolge in Eruptivgesteinen 543.
- Vogt J. H. L., Beyschlag F. u. Krusch P. Die Lagerstätten d. nutzbaren Mineralien... 466, 520, 545.
- Voigt i Hochgesang (szlify) 712.
- Volger Otto, Studien zur Entwicklungsgeschichte d. Mineralien... 519.
- Wada T. Minerals of Japan 472.
- Waga A. 680.
- Walewski 666.
- Walicki Michał hr. 662.
- Wallerant Fred. *Traité de minéralogie* 438; — 709.
- Wallerius 642.
- Walther 179.
- Washington H. S. 157 - 160, 240, 376; (1) *Manual of the Chem. Analysis of Rocks* 461, 516, 518; — 490; (2) The Roman Comagmatic Region 541; (3) *Chem. Analyses of Igneous Rocks* 544.
- Watts W. W. *Geology for Beginners* 322, 323.
- Weber L. 709.
- Weber M. 710.
- Weed 239.
- Weg Max (antykwariat) 477, 713.
- Weigner St. i Grzybowski J. *Plody kopalne ziem polskich* 335.
- Weinland R. 508.
- Weinschenk E. 219; (1) *Anleitung zum Gebrauch d. Polarisationsmikroskop*, (2) *Die gesteinsbildenden Mineralien* 454.
- Weisbach A. 331; *Tabellen zur Bestimmung d. Mineralien...* 464.
- Weiss Chr. S. 624, 678, 679.
- Wernadskij W. I. (1) *Mineralogja* 440; (2) *Opyt opisatelnoj mineralogji* 446, 716; — 490, 491, 513; (3) *O grupie silimanita...*, (4) *Zur Theorie d. Silicate* 525.
- Werner A. *Neuere Auschanungen...* 380, 444; — 508.
- Werner A. G. 227, 349, 488, 609, 611, 612, 618, 623, 653-661, 663, 668, 670, 673, 674, 678.
- Westphal, waga W. 9, 403.
- Weyberg Z. (1) *Wiadomości pocz. z mineralogji* 319; — 334; (2) *Wiadomości pocz. z krystalografji* 337; — 338, 384, 478, 479, 496, 512; (3) *Syntezy pirogen. glinokrzemianów zasad.*, (4) *Niekot. kaolinaty i ich proizvodnyje* 528; (5) *O mikach tatr.* 586; — 667, 689, 690; (6) *Kartka z dziejów gabinetu miner. w Warsz.* (7) ... M. A. Pawłowicz 700; — 706.
- Whewell W. W. *Geschichte d. induktiven Wissenschaften* 624.
- Whitlock H. P. *A List of New Crystal Forms of Minerals* 447.
- Wierzejski R. *Skaly i kamienie* 329.
- Wilke-Dörfurt E. 517.
- Winchell N. H. a. Winchell A. N. *Elements of Optical Mineralogy* 453.
- Winkel R. (*mikroskopy*) 416, 417, 712.
- Wiser D. F. 406.
- Wiśniewski Józef (sprowadz. przyrz.) 712.
- Wiśniowski i Duchowicz, *Wiadomości z chemji i mineralogji...* 329, 330, 332.
- White 43, 48, 231.
- Wichert Jan 650.
- Wilkońska Paulina 652.

- Willich Jodok 630.
- Wiśniowski Tadeusz (1) Wiadomości z mineralogji 290, 294, 300, 301, 329;— (2) Zasady mineralogji i geologii 305, 321, 322, 333, 334, 360;— 628; (3) Z dziejów geologii w Polsce, (4) O Staszicu... 699.
- Wodzicki Stanisław 671.
- Wohlbald H. 303; Der Mineraliensammler 333.
- Wolff F. v. Einführung in. d. allg. Mineralogie... 338.
- Wollaston, gonjometr W. 407, 691.
- Wolter 639.
- Woltersdorf 642.
- Wołowska Zofja 364.
- Wołosowicz Stanisław, Geologja, Petrografia .. 329.
- Woodward 637, 639.
- Woyno T. J. 400, 531, 625, 689, 706.
- Wöhler F. 496.
- Wójcik K. i Grzybowski J. Monografia Krak. Zagł. Węgl. 537.
- Wright F E. 43, 67, 123, 371, 376, 384; okular W. 405, 419, 421, 422; mikroskop W. 412, 418; The Methods of Petrogr.-Microscopic Research 451, 540;— 498.
- Wulff G. 337; Simetrja... 338;— 384; siatka W. 384; gonjometr W. 406;— 690, 691.
- Wülfing E. A. 376, 380, 399, 449, 450; przyrząd do szlif. pryzm. 408, 409; mikroskop W. 412, 414;— 416, 417, 421; apertometr W. 422; konometr W. 426, 427; (1) Fortschritte auf d. Gebiete d. Instrumentkunde 450; (2) Ein neues Polarisationsmikroskop... 451;— 538, 710; gonjometr W. 715.
- Wülfing E. A. u. Rosenbusch H. Mikroskopische Physiographie... 371, 384, 409, 421, 443, 449, 450, 452, 453, 461, 538, 540, 716.
- Wunder M., Duparc L. et Sabot R. Les minéraux des pegmatites... 472.
- Wybicki 350, 654.
- Załuski Jędrzej 640.
- Zambonini F. Mineralogia Vesuviana 471;— 710.
- Zan Tomasz 350, 685, 686, 700.
- Zapolski Cyprjan ks. 652.
- Zaręczny St. O luźnych kryształach gipsu 585;— 689, 694, 695, 701.
- Zborzewski Wojciech 665, 700.
- Zdanowski i Bojarowski (odczynniki) 713.
- Zeiss C. (objektywy) 712.
- Zeissberg H. 672.
- Zejszner L. O gipsach... 585;— 619, 666, 668, 672, 676—680, 693.
- Zelkowicz Stefan (odczynniki) 713.
- Zemjatzceński 513.
- Zenzen N. Studier i oeh rörande Bergskollegii Mineralsamling 626.
- Zepharovich V. von, Mineralogisches Lexicon... 469;— 677.
- Zielowski M. Podręcznik do określenia mineralów... 332.
- Zienowicz Stefan 662, 664.
- Zipser Kr. 666.
- Zirkel Ferdinand 109, 120, 436; Lehrbuch d. Petrographie 538;— 539, 614, 691, 692.
- Zirkel-Naumann, Elemente d. Mineralogie 436.
- Zittel K. A. Geschichte d. Geologie.. 623.
- Znatowicz Br. 688, 689; 30-olecie Wszechświata 700.
- Zoch Ilse, Über d. Basenaustausch kristallisierter Zeolithe... 528.
- Zuber R (1) Flisz i nafta 587; (2) F. Kreutz 700.

SKOROWIDZ RZECZOWY.

Przy liczbach oznaczających stronicie umieszczona litera *l.* wskazuje, że tam należy szukać literatury przedmiotu. „Metody”, „Syntezy” i „Cechy minerałów” ułożone są nie w kolejności przytaczania ich w tekście, tak jak inne składniki grup skorowidza, lecz w porządku alfabetycznym.

- A**dsorbcyjna zdolność koloidów 35, 53.
Akademickich szkół ustrój *l.* 705;
w Polsce 705.
Akcesoryczne minerały, piaskowców
199; glin 201.
Aluwjalne złoża 265; patrz także:
Piaski.
Amerykańskie podręczniki mineralogji
i ich cechy 439; — petrografji 539.
Amfibole 64; synteza 39, 93, 99.
Amfibolity 225.
Amorficzne minerały, patrz: Bezpo-
staciowe minerały.
Analcytu synteza 40, 100.
Analityka zalety 132.
Analiza, dmuchawkowa 28—29, 491,
l. 458—460, 517; chemiczna mine-
rałów 28—30, 403, 404, 491—492, *l.*
458—461, 516—518; chemiczna skał
131—134, 154, *l.* 461, 544; chemiczna
ryczałtowa skał 131, 133, 154; che-
miczna parejalna skał 131; mikro-
chemiczna 404, 491, *l.* 460, 517—
518; mechaniczna 403, 492, *l.* 461.
Angielskie podręczniki mineralogji
439.
- Anomalje optyczne 25, *l.* 448.
Apo fizy 253.
Aragonit, odróżnianie od kalcytu 41;
przechodzenie w kalcyt w rafie
koralowej 105.
Arkozy 200, 327.
Atlasy minerałów w początkach nau-
czania 283, 304; a. form kryształów
l. 447.
Atmosferycznych wód działanie 168.
Atole 178.
Autokolimacja 427.
- B**adania, krystalograficzne minerałów
4—6; fizyczne m-ów 7—27; op-
tyczne m-ów 10—26, *l.* 449—453;
m-ów zapomocą promieni Roent-
gena 27, 509, 603, 606, *l.* 434, 443;
chemiczne m-ów 28—41; krzemia-
nów skałotwórczych 43; kwarcu
Wrighta i Larsena 67; minerałów
solnych 96, 243—250, 373, 502—504,
l. 463, 520; czystości chemicznej
osadów przy analizie chem. 133;
krystalizacji układów kilkuskład-
nikowych 231; krystalizacji pro-

- stych układów tlenkowych 235; minerałów na St. I 283; skomplikowanych układów fizyczno-chemicznych 373; konoskopowe i ortoskopowe 411; kierunki badań mikroskopowo-optycznych 422; krzemianów doświadczalne 506—508, *l.* 458, 522, 525, 528; konstytucji chemicznej i wzorów strukturalnych 616.
- Badawczej pracy naukowej z pedagogiczną konflikty 618, 704;—mineralogicznej i petrograficznej siedliska 702.
- Barwniki geologiczne 60, 148.
- Barwy interferencyjne minerałów 16.
- Barwa minerału 22, 284; oznaczanie 403, *l.* 455.
- Baryt, synteza 37, 98; konkretje 181, 553.
- Bazalt, synteza 95, 228, 289; spór o genezę 612.
- Bezpostaciowe minerały 6, 31, 52, 309.
- Bibliograficzne wskazówki dla studujących dotyczące: książek polecanych St. I 295; książek niepolecanych St. I 303; polecanych podręczników St. II 318, 323, 329—336; niepolecanych podręczników St. II 321, 323—329, 331—333, 339; polecanych podręczników stanowiących przejście do St. III i lektury uzupełn. 336—339; podręczników w mineralogji St. III 431—444, 715; dzieł podręcznych miner. 445—446, 715; morfologii miner. 447—448; mineralogji fizycznej i przyrządów 448—455, 715; mineralogji chemicznej 455—462, 513—529; mineralogji fizyczno-chemicznej 463; diagnozy minerałów 463—465; topiki i minerogenji 465—467, 716; mineralogjiszczegółowej 467—468; mineralogji lokalnej 468—472, 717; metodyki badań terenowych 472—473; muzealnictwa 473—474; literatury periodycznej 476—481, 529—530, 547—548; książek pomocniczych 481—482; podręczników petrografji ogólnej i opisowej 537—542, 416; petrografji doświadczalnej i fizyczno-chemicznej 542—544; nauki o kopalinach 544—546; petrografji stosowanej 546—547; mineralogji i petrografji Polski 583—589; ochrony przyrody 598; historii nauk mineralog. 620—626, 698—701; dzieł informacyjnych 705—706.
- Bibliograficzne wykazy znajdujące się w przytoczonych dziełach i dotyczące: mineralogji Polski *l.* 322; przewodników wycieczkowych i literatury metodycznej *l.* 364; literatury mineralogji dawnej *l.* 437; mineralogji *l.* 446; literatury periodycznej *l.* 476—478; literatury mineralogicznej z XVIII w. *l.* 647.
- Biblioteki mineralogiczne, informacje *l.* 706; w Polsce 707.
- Bielice 271.
- Biotytu synteza 94, 230.
- Bliźniaki 4, *l.* 442; płaszczyzna bliźniacza 5; prawo bliźniacze 5; wielokrotne skaleni 5; sztuczne 8; własności optyczne 23; szew bliźniaczy 23; metody oznaczania składu chemicznego 24.
- Błędów badaczy studjowania wartość 601.
- Bomby wezuwjujuszowe 59.
- Boraks jako mineralizator 38.
- Borny kwas jako mineralizator 38.
- Braki polskiej literatury mineralogicznej, St. I i II 307, 335, 357; opracowania monograficznego minerałów i skał Polski 550; po-

- dręczników mineralogji 619; patrz także: Pedagogji polskiej potrzeby.
- Brekeja 173, 196.
- Bromoform, patrz: Ciecze ciężkie.
- Budowy krzemianów teorje 506.
- Budowa skał, ognioowych 145, 152; metamorficznych 221; porfirowa skał wylewnych 145, 152; ziarnista skał głębinowych 145, 152; ofitowa diabazów 150; szklista wtrofirow 150; szklista skał żyłowych 151; pojkiliityczna łupków kryst. 220; pseudoporfirowa łupków krystalicznych 221; reliktoowa skał przeobrażonych 221.
- Całokształt współczesnej mineralogji *l.* 444.
- Cechy rozpoznawcze minerału, barwa 22, 284, 285; ciężar właściwy 9, 285; elektryczne przewodnictwo 27; łupliwość 7, 285; magnetyzm 27; optyczne własności 10; połysk 284; promieniotwórczość 27; termiczne własności 27; twardość 9, 285.
- Cel badań mineralogicznych 114, 371, 482, 484.
- Cel, studjów mineralogicznych 54, 63, 114, 391; studjów petrograficznych 277; studjów mineralogicznych na St. I 281 - 282, — na St. II 310; nauczania mineralogji na St. I i II 341, 347; nauczania mineralogji w szkole średniej 361.
- Charakter optyczny minerału 13, 22.
- Charakter, bibliografji St. I 295; studjów na St. III 369.
- Chemiczna, klasyfikacja, patrz: Klasyfikacja; — mineralogja, patrz: Mineralogji działy.
- Chemiczne, własności minerałów 28; wietrzenie skał, patrz: Wietrzenie.
- Chemików studja mineralogiczne 378.
- Chemizm, rola w mineralogji 465; rozwój 487; ziemi *l.* 456.
- Chemja a mineralogja 115; w nauczaniu mineralogji 282, 309; w studjach przygotowawczych mineralogja 380.
- Chlorytyzacja 83, 85.
- Ciasto skalne 146, 150.
- Ciecze ciężkie, oddzielanie minerałów zapomocą c. c. 128, 403; oznaczanie cięż. właśc. 403.
- Ciekłe skały 136.
- Ciężar właściwy minerałów 9; metody oznaczania 9, 285, 403; wpływ na segregację minerałów 10; jako moment diagnostyczny 127.
- Cios skały 162.
- Ciśnienie, wpływ na orientację optyczną minerału 25; wpływ na zakres istnienia minerałów 65; jako czynnik w procesach metamorficznych 210, 212, 214; jednostronne 215; działanie w różnych poziomach 215.
- Clivage 220.
- Ćwiczenia praktyczne, na St. I 294; na St. II 314; ważność przy studjach przygotowawczych St. III 382; na St. III 396; rola przy studjach podręcznikowych 430, 537.
- Ćwierćalówka 419.
- Cynku złoża 259—261; w Polsce 261, 553—556, *l.* 584.
- Czapa żelazna 87.
- Czarnoziemy 271.
- Czas jako czynnik petrogenetyczny 226.
- Czasopisma, polskie zawierające prace mineral. *l.* 478; obce *l.* 479; poświęcone mineralogji chemicznej *l.* 529; poświęcone petrografji *l.* 547; zawierające materiały do historii mineralogji *l.* 624.
- Czerwona glina głębinowa 187.
- Czystość odczynników 133.

- Dehydratacja 81.
 Dekarbonizacja 81.
 Deltę 176.
 Diabaz, krystalizacja 149; budowa ofi-
 towa 150; synteza 228.
 Diagenesa, patrz: Metamorfizm.
 Diagnoza, zakres d. petrograficznej
 121; skały 136; skomplikowanie d.
 minerałów i skał 395; gonjome-
 tryczna minerału 405; morfolo-
 giczna m-u 410; mikroskopowa
 m-ów skałotwórczych 411, *l.* 449;
 minerałów *l.* 463—465.
 Diagram, Meyerhoffera 48; Osanna 155;
 par krzemianów skałotwórczych
 231; układu dwuskładnikowego 232;
 układu trójskładnikowego 234, 235;
 krystalizacji z przechłodzeniem
 237; Van't Hoffa 503; Lauego 509.
 Diament, współcz. załamania światła
 14; złoża 254; piaski 267; mono-
 grafja *l.* 468.
 Diatomowy szlam 190.
 Dichroskop 403.
 Dmuchawka, użycie na St. I 289, na
 St. II 314; w rękę nauczyciela 289;
 wprowadzenie 610. Patrz także:
 Analiza dm. i Metoda dm.
 Dokładność pomiarów i obliczeń 384.
 Dolomit, jako sól podwójna 35; odróż-
 nianie od kalcytu 41; powsta-
 wanie 90, 105, 179, 205.
 Dolomityzacja wapieni 90, 105, 179.
 Domieszki, glin 201; wapieni 204; do-
 lomitów 205.
 Doświadczalna mineralogja i petro-
 grafja, patrz: Mineralogja i Petro-
 grafja.
 Doświadczenia, Lemberga nad budową
 glinokrzemianów 39; Daubrèego
 nad syntezą kwarcu 75, 228;
 Halla nad krystalizacją bazaltów
 i diabazów 227; Halla nad krysta-
 lizacją kredy 227, 493; Fouqué'ego
 i Michel-Lévy'ego nad otrzymywa-
 niem bazaltu 228; Le Chateliera
 nad krystalizacją pegmatytu 229;
 Morozewicza nad syntezą skał og-
 niowych 229; nad układami dwu
 i trójskładnikowymi 231—239; Van't
 Hoffa nad krystalizacją soli z wody
 morskiej 243, 373, 502; Daubrèego
 nad powstawaniem kasyterytu 256;
 nad genezą minerałów 493—496;
 Lemberga nad budową krzemia-
 nów 506; Thugutta nad budową
 glinokrzemianów 508.
 Drobnoziarniste skały 136.
 Drogi kamienie, synteza 59; wystę-
 powanie 62; złoża 254, 267, 268;
 produkcja 268; metody badań *l.*
 467—468.
 Druki polskie pierwsze dotycz. mine-
 rałów 630.
 Druzgot 173, 196.
 Dwójłomność minerałów 22, określa-
 nie 420.
 Dwupostaciowość substancyj mime-
 tycznych 26.
 Dwuskładnikowe układy 231; przebieg
 krystalizacji 231.
 Dyferencjacja magmatyczna 239—240.
 Dyspersja osi optycznych 22.
 Dyspersoidy 51.
 Dzeolity, powstawanie 40, 188; odróż-
 nianie metodami mikrochemiczne-
 mi 41; synteza 100; kolejność osia-
 dania w szczelinach skał ognio-
 wych 499—500; wpływ dehydratacji
 na ustrój 509; *l.* 526—528.
 Dziennik, na St. I 286, na St. II 314;
 konieczność prowadzenia przy pra-
 cy naukowej 388.
 Egzematy 560.
 Eklogity 225.
 Ekonomiczna ważność, podrzędnych
 składników skał 60, złoż kruszc-

- cowych 251; zrozumienie e. w. minerałów na St. I 282, 342.
- Elektrolityczne metody 30.
- Elektryczne przewodnictwo minerałów 27.
- Eluwalne złoża 265; gleby 269.
- Emigracja, działalność polskich mineralogów na e. 673, 683, 695.
- Empiryzmu petrograficznego w poznaniu skał ogniwych rola 278.
- Emulsje 51.
- Enancjotropowe ciała 32.
- Encyklopedje mineralogiczne I. 445—446.
- Eoliczne gleby 269.
- Epidotyzacja 84.
- Epigenetyczne złoża 57, 62, 252; żyłowe 257—260; nieżyłowe 260.
- Epimetamorfoza 505.
- Epizomorficzne warstwy 50.
- Estetyczny wpływ nauk geologicznych 345.
- Estetyka badań mineralogiczno-petrograficznych 127, 536.
- Eupelagiczne osady 184—190; przetrzeń i rozpowszechnienie 192.
- Eutektyzm 46, mieszanina eutektyczna 46; eutektyki krzemianów skałotwórczych 48, 231; eutektyczna budowa stopów 232; eutektyk troisty 233; patrz także: Stopy.
- Ewolucji i genezy minerałów poznanie jako cel ostateczny badań mineralogicznych 114, 369.
- Faliste** znikanie światła w kwarcu granitów i gnejsów 25.
- Fanerokrystaliczne skały 136.
- Femiczne składniki skał ogniowych 142.
- Figury interferencyjne 20.
- Figur wytrawionych atlas I. 448.
- Filipsytu powstawanie 188.
- Fility 209, 225.
- Filozoficzna strona zagadnień mineralogicznych 604.
- Firmy dostarczające pomocy naukowych 711—713.
- Fitogeniczne skały 136.
- Fizyczna mineralogja, patrz: Mineralogji działy.
- Fizyczne własności minerałów 7—10.
- Fizyka, a mineralogja 7, 115; w nuczaniu mineralogji 282, 307; w studiach przygotowawczych mineraloga 380.
- Fliszu karpackiego zbadania potrzeba 582.
- Fluorowódór, patrz: Mineralizatory.
- Formy kryształu od składu chemicznego zależność 3.
- Formy przypadkowe minerałów 55.
- Fosforyty 91; złoża 264—265; polskie 566—567, I. 586.
- Francuskich podręczników mineralogji cechy 437.
- Gabinety mineralogiczne w Polsce:**
 g-u Uniwersytetu Jagiellońskiego historia 650, 670, 671, — opis 670;
 g-u Uniwersytetu Wileńskiego historia 662, 675, — opis 662; g-u Liceum Krzemienieckiego historia 664; g-u Towarzystwa Przyjaciół Nauk w Warszawie historia 666, 675; g-u Uniwersytetu Warszawskiego powstanie 667; g-u Wyższej Szkoły Realnej w Kielcach historia 687; patrz także: Zbiory mineralogiczne.
- Gaizes 201.
- Garnierytu złoża 257.
- Gatunek w mineralogji 106.
- Gazów ziemnych produkcja w Polsce 575.
- Gele, patrz: Koloidy.
- Genetyczne zagadnienia, jako punkt ciężkości mineralogji i petrografji

- współczesnej 63, 277; a obserwacja geologiczna 278.
- Genetyka minerałów 497—506.
- Geneza, minerałów 54, 63, 91, *l.* 519; złóż solnych 71; g-y minerałów hydrotermalnych wyjaśnienia trudność 74; niemetalicznych minerałów żyłowych 77; złóż miedzi rodzimej 78; g-y zależność od warunków fizycznych 92; minerałów skałotwórczych 94; złóż cynowych 95; minerałów kontaktowych 95; g-y różnorodność 98; minerałów żyłowych 98—100; dzeolitów 100; g-y kaolinu teorje 101; minerałów pochodzenia organicznego 102; g-y wyjaśnienie jako cel badań mineral. 114, 369; łupków krystal. 210; bazaltów i granitów 227; g-y skał ogniowych rozwiązania droga 278; polskich złóż naftowych 574.
- Geody 58.
- Geologiczne instytuty państwowe 702; towarzystwa 703; kongresy 703.
- Geologja, a mineralogja 114; a petrografja 119; w nauczaniu mineralogji 310, 356; w studjach przygotowawczych mineraloga 381; w studjach petrografa 535.
- Geologów studja mineralogiczne i petrograficzne 377, *l.* 454.
- Gęstość, patrz: Ciężar właściwy minerałów.
- Gipsówka 19, 419.
- Gips, złoża 62; polskie 562, *l.* 585.
- Glaukonit, powstawanie 183; glaukonitowe ropy i piaski 182.
- Gleboznawców mineralogiczne i petrograficzne studja 378.
- Gleboznawstwo a mineralogja 117; a petrografja 117.
- Gleby 268; systematyka 269; polskie 270—272.
- Glinokrzemiany, badania doświadczalne 39—40, 507—508; synteza 100; gl. kwaśnych inercja krystalizacyjna 150; proces powstawania 188.
- Gliny 201—203; polskie 202, 271, 583, *l.* 589.
- Globigerynowy szlam 185.
- Głębinowe minerały, mikrostruktura 146.
- Głębinowe skały 64, 14; forma zastygania 68; budowa 145; składniki swoiste 147; składniki dodatkowe 148; składniki wtórne 137, 149; porządek krystalizacji składników 149; serje 153.
- Główne składniki skał 137.
- Gnejsy 209, 223; gnejsy polskie 578.
- Gniazda minerałów 58.
- Gonjometry 405—408, 715.
- Górnictwo a mineralogja 117.
- Górniczego przemysłu w Polsce rozwój historyczny 629—630.
- Graficzny obraz stosunków chemicznych skał krzemianowych (metoda Osanna) 156.
- Grafitu złoża 254.
- Granice egzystencji minerałów 484, 498.
- Granitognejsy 223; polskie 579.
- Granity, geneza 94, 227; analiza ryczałtowa 133; działanie kontaktowe 161; w budownictwie 272; cechy techniczne 276; polskie 577—579; *l.* 587.
- Granulity 209, 223.
- Grot polskie jako przedmiot ochrony przyrody 593.
- Gruboziarniste skały 136.
- H**abitus, patrz: Pokrój kryształów.
- Heliostat 428.
- Hematyt, powstawanie 69, 256; złoża 255.

- Hemipelagiczne osady 180–184, 201; przestrzeń i charakter 192.
- Hipoteza Michel-Lévy'ego 242.
- Historja mineralogji, podręczniki St. II uwzględniające ją *l.* 322, 360; znaczenie w nauczaniu 360; znajomości dla nauczyciela konieczność 361; przedmiot 600; studjowania dla historii kultury znaczenie 601; problematy 608; źródła 625; prace polskie *l.* 620; prace obce *l.* 621–624.
- Humauistyczne wykształcenie przyrodnika 619.
- Hydratyzacja 81, 88.
- Hydrochemiczne metody, patrz: Metody syntetyczne.
- Hydrogele i hydrosole, patrz: Koloidy.
- Hydrotermalne minerały 74 — 78, 498–500; geneza 74, 499.
- Idiomorfizm 198.
- Ikrowce 207.
- Ily, ciemnoniebieski 181; glaukonitowy 182; wulkaniczny 182.
- Impregnacje 58.
- Inercja krystalizacji 150, 238.
- Inkluzje 68; kwarcu 121, 146, 148; law 147.
- Instytucji czuwającej nad poziomem polskich wydawnictw popularnonaukowych potrzeba 358.
- Instytuty, Carnegiego 27, 39, 43, 235, 373, 615; mineralogiczno-badawcze 702; geologiczne a mineralogja 703.
- Interferencyjne barwy 16, 420; figury 20.
- Istota zagadnień mineralogicznych 369.
- Istotne składniki skały 137; liczba 59; skał ogniowych 65.
- Izogonizm 33.
- Izomorfizm 33, 484, 489, *l.* 444.
- Izomorficzne mieszaniny 34, 64.
- Izomorficzne szeregi, plagjoklazów 23, 34, 50, 107; węglanów 33.
- Izopolimorficzne mieszaniny 35.
- Izotypja *l.* 444.
- Języków obcych znajomość, w studjowaniu mineralogji i petrografji 375, 537, 708; historii mineralogji i petrografji 619.
- Jodek metylenu, patrz: Ciecze ciężkie.
- Kalcyt, charakter optyczny 13; odróżnianie od dolomitu i aragonitu 41; pochodzenie 66; parageneza 66; krystalizacje i pokrój kryształów 73; polskiego postacie 565, *l.* 586.
- Kamieniarstwo, stosunek do mineralogji i petrografji 117, 272–277.
- Kaolinizacja 82, 85, 102, 166.
- Kaolinu złoża 265; polskie 569, *l.* 586.
- Karbonizacja 80, 88.
- Kasyteryt, powstawanie 70; złoża 256.
- Katalizatory 230.
- Katametamorfoza 505.
- Katedry mineralogiczne, historja 626; polskie: krakowska 653, 669, 676, 693, 706; wileńska 653, 654, 660, 661; w Liceum Krzemienieckim 664; warszawska 667, 690, 706; w Szkole Ak.-górnicznej w Kielcach 668; w Uniwersytecie lwowskim 670, 672, 691, 706; w Politechnice lwowskiej 693, 706; zagranicznych obsada *l.* 706.
- Kategorje, samouków St. II 305; studjujących mineralogję 375.
- Kąta osi optycznych pomiary 21.
- Kieszenie (skupienia minerałów) 58.
- Kipieli morskiej działanie 170.
- Klastyczne skały 136, 173, 195.
- Klasycznych prac dawnych wartość 429.

- Klasyfikacja, minerałów 109, Lappa-
renta 437, Nigglego 438, Berzeliusa
488; chemiczna skał ogniwych 154,
Osanna skał ogniwych 155; ilo-
ściowa skał ogniwych 157, *l.* 539.
- Klin kwarcowy 420.
- Klucze do oznaczania minerałów 113;
na St. II *l.* 331; na St. III *l.* 464,
517.
- Koagulacja 52.
- Kolooidalna mineralogja, patrz: Mine-
ralogji działy.
- Koloidy 50—54, *l.* 444, 458; bezposta-
ciowość 52; koagulacja 52; adsorb-
cja 53; znaczenie geologiczne 53.
- Kolorymetryczne metody 132.
- Koływo charakter reakcyj chemicz-
nych zachodzących w skorupie
ziemskiej 491.
- Komagmatyzm skał ogniwych 158.
- Kompensatory, Babineta 22, 420; Ni-
kitina 420.
- Koncentracja wtórna kruszców 88.
- Konglomeraty 173, 175, 196.
- Kongresów międzynarodowych zna-
czenie dla petrografa 548; k. geolo-
giczne a mineralogja 703.
- Konkreje 58; barytu 181, 553; węgl-
nowe 181, 202; fosforanowe 183,
186, 202, 204; pirytu 184; manga-
nowe 186, 188; krzemionkowe 204;
glaukonitowe 204.
- Konometr 426.
- Konoskop 20; konoskopowe badania
minerałów 411.
- Konstytucja minerałów 30, 508, *l.* 458,
522, 524—528; konstytucyjne wzory
30, Rammelsberga 516.
- Kontaktowy metamorfizm, patrz: Me-
tamorfizm kontaktowy.
- Kontrola przyrządów pomiarowych 400.
- Kopaliny użyteczne 250—268, *l.* 544—
546; polskie 550—581, *l.* 468, 583—
587.
- Kosmopolityczne minerały 61.
- Krasowe zjawiska 168, 204.
- Kreda, „pisząca” 206; fosfatowa 264.
- Kruszcowe minerały 61; znaczenie
ekonomiczne 61; podział 61; roz-
powszechnienie 61; syntezy 97; pol-
skie 551—558, *l.* 583—585.
- Kruszcowe złoża 251—268, *l.* 466, 520,
544—546; polskie 551—558, *l.* 545,
546, 583—584.
- Kryptokrystaliczne skały 136.
- Krystaliczne minerały, cechy 7; jako
przedmiot nauczania na St. II 309.
- Krystaliczne skały 136.
- Krystalizacja, wtórna 58; k-cji skał
głębiniowych reguła 149; k-cji skał
wylewnych reguła 150; k-cji osa-
dów wapiennych stopień 205; k-cji
układu dwuskładnikowego przebieg
231; k-cji układu trójskładnikowego
przebieg 235; k-cji skał kwaśnych
trudność 238; k-cji soli wody mor-
skiej bieg 242; k-cji skał ogni-
owych ujęcia trudność 278.
- Krystalografja, stosunek do minera-
logji 4, 115; przedmiot 4; w nau-
czaniu na St. II 308, 355, *l.* 336;
przygotowanie mineraloga z za-
kresu krystalografji 380, — petro-
grafa — 532; kryst. tablice i atlasy
l. 447; usamodzielnienie 610; wpływ
rozwoju na mineralogję i petro-
grafję 614.
- Kryształy 3; pokrój 5,96; mimetyczne
5, 25; mieszane 34, 49; osobniki
54; narosłe 55, 56; naturalnych ho-
dowla 76; fałszywe 85; wzrost 103;
badania struktury *l.* 338, 443.
- Krytycyzmu w stosowaniu metod ści-
stych potrzeba 383.
- Krzemiany, analiza 30, 133, *l.* 461;
struktura 31, 444, 458, 506—509,
l. 524—528; synteza 37, 38, 99, 100,
228—238, 495, *l.* 462, 518—519; ozna-

- czanie punktu topliwości 43; ciepło utajone 44; eutektyzm 48, 231; rozpowszechnienie 60; zdolność przechładzania 236; polskie 569, *l.* 586.
- Krzemionkowe nawary 75.
- Krzywe krzepnięcia minerałów 45, 47; kryształów mieszanych 49.
- Kwalifikacje nauczyciela mineralogii 361—362.
- Kwarc, współczynnik załamania 13; obrotowa polaryzacja światła 24; synteza 37, 75, 98; własności termiczne 43; rozpowszechnienie 60, 61, 65; wielopostaciowość 67; pochodzenie 67, 77, 197; inkluzje 121, 146, 148; mikrostruktura 146; inercja krystalizacji 150, 238; wtórny 198; polski 567, *l.* 586.
- Kwarcyty 198.
- Kwaśne skały 144, 229; inercja krystalizacji 150, 238.
- Lakkolity 160.
- Lampy mikroskopowe 423.
- Laterytyzacja 167.
- Lawa 64, 68, a także patrz: Wylewne skały; lawy polskie *l.* 588.
- Lejek separacyjny 128.
- Lektura uzupełniająca na St. II 340; jej zaniedbanie 358.
- Lemniskaty 21.
- Lepiszczce skalne 173, 195, 197.
- Lidyt 201.
- Linja Beckego 123, 403.
- Literatury dawnej studjowania znaczenie 601.
- Litologia 135, 226.
- Litosfery przeciętny skład chemiczny 138.
- Litotamnje 89, 178; ławice 180.
- Lód, monografja *l.* 468.
- Loes 207, 271; kuletki 58, 208; polski *l.* 589.
- Lokalna mineralogja *l.* 468—472.
- Ławice 172; litotamnje 180; jako forma występowania skał przeobrażonych 222.
- Łupki 172; krzemionkowe 201.
- Łupki krystaliczne 209—226, *l.* 521, 542, 716; geneza 210; struktura 212, 214, 220, 221; łupki kr. a prawo objętościowe Van't Hoffa 213; podział na strefy 217; rozpowszechnienie 221; systematyka 222; właściwe 224; polskie 578, *l.* 588.
- Łupliwość 7, 285, 402; płaszczyzny łupliwości 8; znaczenie rozpoznawcze 8, 285; wpływ na wietrzenie skał 8.
- Mady 271.
- Magma 64, 230—231; m-y wtórne 240.
- Magmatyczne, minerały 64—71; złoża 253—257; utwory ogniowe 497—498.
- Magnetytu złoża 254.
- Magnetyzm minerałów 27.
- Manganowe złoża 263.
- Margle 204.
- Marmur 204, 205; synteza 493.
- Martwica wapienna 90, 207.
- Masa globu ziemskiego 141.
- Matematyka w studjach przygotowawczych mineraloga 379.
- Materiał mineralogiczny, przechowywanie 389; dobór dla początkujących 396; badanie jednorodności 398.
- Materiały budowlane 272—277; polskie 579, 580, 581.
- Mechaniczna strona pracy naukowej 388.
- Metale 61; powstawanie rodzimych 77; patrz także: Kruszcowe minerały.
- Metalografja 232, 233.
- Metalurgiczna produkcja polska w cyfrach 555.
- Metamorficzne minerały *l.* 465, 716.

- Metamorficzne skały, składniki 65; polskie 579, *l.* 588; patrz także: Łupki kryst. i Metamorfizm kontaktowy.
- Metamorfizm kontaktowy 58, 161, 205, 504, 508, 578, 580, *l.* 465, 588, 716; pas kontaktowy 58; minerały kontaktowe 58, 70—71, 161, 505; działanie kontaktowe granitów 161; skały kontaktowe 205; złoża kontaktowe 255—256; odsłonięcia kontaktów jako przedmiot ochrony przyrody 593.
- Metamorfizm regionalny 209—222, 612, *l.* 542, 716; teoria fizyczno-chemiczna 210.
- Metamorfizmu ogniowego i hydrotermalnego doświadczalne podstawy 228, 229.
- Metasomatoza 260.
- Meteority, struktura 617; meteorytologii rozwój 616.
- Metody, analityczno-chemiczne w mineralogii 30, 132,—w petrografii 131—134; *l.* 461; badania kryształów zapomocą promieni Roentgena *l.* 338, 443; badania minerałów w nieprzezroczystych 24, *l.* 453; cieczy ciężkich 128—129; dmuchawkowa 28—29, 291, na St. I 289, na St. II 314, *l.* 458—460, 517; elektromagnetyczna izolacji minerałów 130; Fedorowa 422, *l.* 452; fizyczno-chemiczne w petrografii *l.* 453; imersyjna 123, 426, *l.* 451; izolacyjne 128—132; izolacji chemicznej Lemberga 132; krystalograficzne *l.* 450; Lauego, Braggów, Debye'a i Scherrera *l.* 443; mikrochemiczne 40—41, 491, *l.* 460, 517, 523—524; mikroskopowo-optyczne w mineralogii 11, 422, *l.* 450; mikroskopowo-optyczne w petrografii 119—127, *l.* 451, 538—540; mineralogiczne i petrograficzne wogóle *l.* 449, 452; oceny technicznej wartości kamieni budowlanych 274—277; odróżniania minerałów równokierunkowych od różnokierunkowych 17; optyczne w mineralogii 11, 14; oznaczania ciężaru właściwego minerału i skały 9, 127, *l.* 442—455; oznaczania orientacji optycznej minerałów dwuosiowych 17; oznaczania punktu topliwości minerału 27; oznaczania p. t. krzemianów 43; oznaczania składu chemicznego bliźniaków 23; oznaczania współczynnika załamania światła 123—125; pomiaru kąta osi optycznych 21; pryzmatu 408, 425; rozpoznawania własności termoelektrycznych minerału 27; skupień 399; syntetyczne 36—38, 39, 492—496, patrz także: Synteza; trawienia 4, *l.* 448; wysolenia koloidów 50.
- Metod, mineralogicznych swoistość 393; różnych stosowania konieczność 394; zgodności ustalenia przebieg 394; wybór 395; własnych opracowanie 398; mineralogicznych przegląd 402; opis zawierające czasopisma *l.* 452; stosowanych do krzemianów całokształt *l.* 462.
- Metodyka, nauczania mineralogii i petrografii na St. I i II 341—368; badań terenowych *l.* 472.
- Miareczkowa metoda w mineralogii i petrografii 30, 132..
- Miedzi metalicznej geneza 78; złoża 25', 259; polskie 552, *l.* 584.
- Miedzianych kruszców złoża 262.
- Mieszane kryształy 34, 49.
- Migdały mineralne 58.
- Mikrochemiczne reakcje 40—41, 491 *l.* 460, 517, 523—524.
- Mikrofotografia w mineralogii 424.
- Mikrolity 207.

Mikroskop mineralogiczny 14--15, 404; wpływ na rozwój petrografji 119; zakres zastosowania w mineralogji 409; jako przyrząd mierniczy 410; typy 412; skład 412; przyrządy dodatkowe 413; Wülfinga 416, *l.* 451; przysposobienie do dokładnych badań 421; firmy wyrabiające 712.

Mikrostruktura minerałów głębinowych 146.

Mimetyczne kryształy 5, 25; mimetycznych substancyj dwupostaciowość 26.

Mineralizacja szkieletów koralii 105.

Mineralizatory 38, 94, 230; rola w przyrodzie 39, 94.

Mineraloga specjalisty studja 376, 379--389, *l.* 453.

Mineralogiczne towarzystwa 703.

Mineralogja, przedmiot i zadania 2; podział 2-3; jako nauka doświadczalna 3, 39, 92, 609; mineralogji samodzielność 114, 489; jako nauka geologiczna 278, 310; jako nauka ścisła 371; jako nauka fizjograficzna 393; wpływ na rozwój ekonomiczny społeczeństwa 604; historia rozwoju 604; stan zrozumienia w społeczeństwie polskim 350, 619; rys rozwoju w Polsce *l.* 435; w nauczaniu, patrz: Nauczanie mineralogji.

Mineralogji działy, morfologiczna 3--6, *l.* 447--448; fizyczna 7--27, *l.* 448-455; chemiczna 28--50, 486--511, *l.* 455--462; fizyczno-chemiczna 42--50, *l.* 462--463; koloidalna 50--54, *l.* 444, 458; topika minerałów 54--62, *l.* 465; minerogenja 63--105, *l.* 465--467; systematyka minerałów 106--112, *l.* 430--446; szczegółowa 3, 112, *l.* 467--468; lokalna *l.* 468--472.

Mineralogji stosunek do innych nauk, do krystalografji 4, 115, 308; do fizyki 7, 115; do geologii 114, 278, 310; do chemji 115, 309; do petrografji 115, 281, 431; do górnictwa 117, 607, 629; do kamieniarstwa 117; do jubilerstwa 117; do gleboznawstwa 11.; do techniki wogóle 342; do rolnictwa 342; stosunku schematicznego 118.

Minerały, definicja pojęcia 1; liczba 1; stan skupienia 2, 600; definicja morfologiczna 4; kształty prawidłowe, patrz: Kryształy; kształty przypadkowe 6; bezpostaciowe 6, 52; rozpoznawanie, patrz: Cechy rozpoznawcze minerałów; podział optyczny 12; równokierunkowe 12, 15, 17; różnokierunkowe jednoosiowe 12, 13, 15, 17, 20; dwuosiowe 12, 13, 17, 20, 21; wielkość i waga cząsteczki 46; pierwotne 54, 63; wtórne 54, 63, 79--88, 148, 500--502, 504--505; żyłowe 37, 56, 74, 77; kruszcowe 56, 61, 87--88, patrz także: Kruszcowe złoża; rozpowszechnienie 59--92; skałotwórcze 59, 140, *l.* 454; pochodzenia organicznego 64, 88--91; pirogeniczne 64--71, 497--498; kontaktowe 58, 70--71, 161, 505; pochodzenia wodnego 71--73, 502--504; hydrotermalne 74--79, 498--500; zasadnicze (standard minerals) 157; akcesoryczne 199, 201; charakteryzujące łupki krystaliczne 218; odpowiednie do nauczania na St. I 288--293, --na St. II 311--313; jako surowce przemysłu 34; nazwy *l.* 481.

Minerały polskie, spis *l.* 435; złoża kruszcowych 551--558, *l.* 53--585; złoża solnych 558--561, *l.* 585; siarka i siarczany 561--564, *l.* 585; węglany i fosforany 564--567, *l.* 586;

- kwarc i krzemiany 567—570, *l.* 586; palne 570—577, *l.* 586—587.
- Minerały w historii, związek z życiem ludzkości 602; pierwsze pisane wiadomości 605; pochodzenie nazw 606, *l.* 481; znajomość u Greków 606; u Rzymian 607; nowe, odkryte przez polskich mineralogów 690.
- Minerogeniczne, skały 136; procesy w skałach osadowych 207.
- Minerogenja 63—105, 193.
- Modele przestrzenne 389.
- Modyfikacje minerałów 31 — 32; temperatura przejść 43.
- Monochromatory 427.
- Monograficzne prace, z zakresu chemii fizycznej minerałów *l.* 522—523; z zakresu analizy mikrochemicznej *l.* 523—524; z zakresu syntezy, analizy, genezy i konstytucji minerałów *l.* 524—529.
- Monografje, anomalij optycznych *l.* 448; syntezy plagjoklazów *l.* 462, 543; porwaków *l.* 466; pseudomorfoz *l.* 467; diamentu *l.* 468; lodu *l.* 468.
- Monomineralne skały 136.
- Monotropowe ciała 32.
- Moralny wpływ nauczania mineralogji 343—345, 348.
- Morfologiczna mineralogja 3 — 6, *l.* 447—448.
- Morfologiczne własności minerałów 3 — 6, 31—33; zależność od temperatury 32, 43; m-ów koloidalnych 52.
- Morfotropja 444; badań zmian morfotropicznych przyszłość 483.
- Muzea, rola w nauczaniu 359 — 360; rola w pracy naukowej 390; rola w idei ochrony przyrody 596; polskie 707; zagraniczne 710.
- Muzealnictwo *l.* 473—474.
- Myślenie mineralogiczne, wpływ na kształcenie władz duchowych 346, 347, 349; wpływ na przyszłość nauczania 352.
- Naciekowe** formy 58.
- Nafty złoża 62; polskie 572, *l.* 587.
- Naloty 5³, 69; mineralnych powstawanie 500.
- Narzutowe głązy polskie 581; jako przedmiot ochrony przyrody 593.
- Naśladowcze kryształy 5, 25, 26.
- Następstwo warstw w złożach solnych 242—243.
- Nauczanie mineralogji i petrografji, cel 310, 341, 347 — 349; korzyść praktyczna 342; wpływ estetyczny 345, 349; wpływ na wyrobienie umysłu 346, 348; „myślenie geologiczne i mineralogiczne” 346, 347, 349; stan nauczania w Polsce 349—351, we Francji 351, w Niemczech 352, 714, w Austrii 352, w Szwajcarii 353, w Szwecji 353, w Anglii 353; w Ameryce 353; program w szkołach polskich 353—355; krytalografja w nauczaniu 308, 355; łączenie mineralogji z chemją lub geologją 309—310, 356; braki 356—358; znaczenie wycieczek 359; znaczenie muzeów 360; historia mineralogji w nauczaniu 360; nauczyciel 361—362; literatura metodyczna St. I *l.* 363 — 364, na St. II *l.* 364—368, 714.
- Nauczanie na Stopniu I, programowy charakter artykułu 280; cel i znaczenie 281, ważność początków 281, 307; podręczniki i atlasy 283; metoda poznawania minerałów 283—287; program nauczania 287—293; rozszerzanie programu 294; rola wycieczek 286, 294; pogadan-

- ki i opowieści 295—298; przeglądy minerałów 299—302.
- Nauczanie na Stopniu II, w szkole średniej 306; na kursach dla dorosłych 307; potrzebne przygotowanie 307; krystalografia w nauczaniu 308; przedmiot 309; cele 310; program 311—313; ćwiczenia 314; wycieczki 315; typy podręczników 316—318; podręczniki *l.* 318—331; klucze *l.* 331—332; podręczniki do ćwiczeń i gromadzenia zbiorów *l.* 332—333; przewodniki *l.* 333; mineralogja i petrografja Polski *l.* 334; mineralogja i petrografja stosowana *l.* 335; podręczniki stanowiące przejście do St. III *l.* 336—339; podręczniki petrografji *l.* 339; lektura *l.* 340.
- Nauczanie na Stopniu III, patrz: Studja na St. III.
- Nauczyciel mineralogji, przygotowanie 116, 361, 376; studja naukowe 116, 361, 377; pracy twórczej konieczność 116, 362; znajomości historii miner. potrzeba 361; zadanie 361—362; kształcenie *l.* 367—368.
- Nauki, będące w związku z mineralogją 113—118, 370; geologiczne jako podstawa do kształtowania się stosunków międzyludzkich 343; przyrodnicze, jako podstawy bytu 345; geologicznych wpływ na sprawy ekonomiczne 344,—wpływ estetyczny 345,—wpływna kształcenie sił fizycznych 347.
- Nauki niezależność 344; polskiej zadania 582—583.
- Nawary krzemionkowe 75, 200.
- Nawiane gleby, patrz: Eoliczne gleby.
- Neptunistów z plutonistami spór 227, 612.
- Niekruszcowe, minerały 62; złoża *l.* 546.
- Niemieckie podręczniki mineralogji, typ 434.
- Nieprzezroczystych minerałów badanie 24, *l.* 451, 453.
- Nikol 14, 119; patrz także: Mikroskop miner.
- Obecny stan mineralogji w Polsce 350, 618, 706; patrz także: Uczelnie i pracownie polskie.
- Objektywy do mikroskopów mineralogicznych 416; firmy wyrabiające 712.
- Obrotowa polaryzacja światła 24.
- Oceanograficzne badania a petrografja skał osadowych 174, 278.
- Ochrona przyrody nieożywionej, rezerwaty 577, 590, 591; stan w Polsce 591; przedmiot 593—595; stosunek do muzeów przyrodniczych 595; komisja państwowa 597; konferencje 597; kongresy międzynarodowe 597; literatura 598.
- Oddzielanie minerałów, metodą cieczy ciężkich 128—129; metodą elektromagnetyczną 130; metodami chemicznymi 131—132.
- Ofitowa budowa diabazów 150.
- Ogniove minerały, patrz: Pirogeniczne minerały.
- Ogniove skały 137—164, *l.* 537—541; polskie 577—581, *l.* 587—589; składniki główne 45, 141; składniki podrzędne 65; podział 143; słownictwo 144—145; systematyka 145, 150; serje 147; składniki główne seryj 147; składniki dodatkowe 148; chemiczna klasyfikacja 154; ilościowa klasyfikacja 157, *l.* 539; prowincje petrograficzne 158, *l.* 717; koma-gmatyzm 158; formy występowania 160; działanie kontaktowe 161; rola w krajobrazie 162; cios 163;

- wietrzenie 163; petrografia mikro-
skopowa *l.* 450; rozpowszechnienie
l. 540.
- Ogniove metody syntezy, patrz: Syn-
tetyczne metody.
- Okruchowe skały 136, 173, 195.
- Oksydacja 81, 88.
- Okulary do mikroskopów polaryzacyj-
nych 414.
- Oliwiny 65.
- Ołowiu złoża 259, 260; polskie 261,
553—556, *l.* 534.
- Oolity 180, 207.
- Opis naukowy minerału 112, — skały
163.
- Opisowa mineralogja, zadanie 112;
znaczenie 278.
- Opisów pospolitych minerałów po-
trzeba 282.
- Optyczne anomalje 25.
- Optyczne, metody badania minerałów,
patrz: Metody; stałe minerału 11;
stałe środowisk dwuosnowych 22.
- Optyczne własności, minerału 10; zna-
czenie rozpoznawcze 10; zwią-
zek z kształtami zewnętrznymi mi-
nerału 11; środowisk równo- i róż-
nokierunkowych 11; bliźniaków 23;
oznaczenie *l.* 451; minerałów *l.*
449—453; minerałów skałotwór-
czych *l.* 538.
- Optyka kryształów w podręcznikach
mineralogji *l.* 443.
- Organicznego pochodzenia minerały
64, 88—91.
- Organicznego pochodzenia skały 178—
180, 185—186, 190—191, 203—208.
- Orientacja optyczna minerału 11;
oznaczenie jej u minerałów dwu-
osiowych 17—19; wpływ ciśnienia
25; wpływ temperatury 25, 26; wtór-
na 26.
- Ortoklaz, charakter optyczny 14; syn-
teza 93, 94, 99.
- Ortognejny 219.
- Ortoskopowe badania 411.
- Osadowe skały 65, 164—208, *l.* 541;
polskie 581—583, *l.* 589; ich po-
chodzenie 165—172; wietrzenie 167;
uwarstwienie 172; geneza 172; ka-
tegorje 173; współczesne 174—194;
epok minionych 194—208; schemat
systematyki 208; studjów perspek-
tywy 278; studjów porządek 279.
- Osady współczesne, przybrzeżne 175-
180; hemipelagiczne 180—184; eupe-
lagiczne 184—192.
- Osobników minerałów występowanie 54.
- Owaloidea Fresnela 17.
- Ozokeryt, patrz: Wosk ziemny.
- Paragenetyczne zespoły 111.**
- Paragenez 56, *l.* 467, 519—520; siarcz-
ków metalicznych z kwarcem i kal-
cytem 57; niektórych metali i ich
związków 57; żył frajberskich 57;
miedzi rodzimej 78; granitu 111;
żył Miedzianki 112; alkaliczna
i ziemnoalkaliczna 15^b; złóż sol-
nych 242, 249; serpentynu z opa-
lem i magnezem 506; kwarcu
z siarką i gipsem 568; ważność zna-
jomości paragenezy dla systema-
tyki petrograficznej 152.
- Paragnejsy 219, 224.
- Parametry topiczne 34.
- Parcjalne rozbiory, patrz: Analiza.
- Pary eutektyczne krzemianów 48, 231.
- Pasowa budowa żył 56, 77.
- Pedagoga - mineraloga wykształcenie
116; patrz także: Nauczyciel mine-
ralogji.
- Pedagogji mineralogicznej polskiej po-
trzeby 307, 335, 357, 619; potrzeba za-
gospodarowania w pracy wydawni-
czej 358, — instytucji kontrolującej
poziom wydawnictw popularnych
358.

- Pelity 174, 201.
- Perjodyczna literatura, konieczność studjowania 387, 474; sposób korzystania 474. Patrz: Czasopisma.
- Perspektywy, rozwoju petrografji 278—279; rozwoju mineralogji 482—485.
- Petrografja, przedmiot 119; metody i technika 119—134; podział 134; słownictwo 135; systematyka 136—137; perspektywy rozwoju 278; osadowej stan 378; polskiej zadania 579, 581—582; doświadczalnej powstanie 612; opisowej rozwój 612.
- Petrografji działy, ogniowa 137—163, *l.* 537—541; opisowa 163—164, *l.* 537—542; osadowa 164—208, *l.* 541; łupków krystalicznych 209—226, *l.* 542; fizyczno-chemiczna 226—250, *l.* 542—544; kopalin użytecznych 250—268, *l.* 544—546; gleb 268—272; stosowana 250, 272—277, *l.* 546.
- Petrografji stosunek do innych nauk, do mineralogji 119; do geologji 119; do gleboznawstwa 117; do pokładoznawstwa 117; do kamieniarstwa 117.
- Piasek 197; morski 175; wulkaniczny 182; glaukonitowy 182; kwarcowy 197; skład 197, 329.
- Piaski kruszczone 62, 265—268, *l.* 546; cynowe 256, 267; zlotodajne 266; platynodajne 266; diamentowe 267; rubinowe i szafirowe 268.
- Piaski polskie 271; badania 583, *l.* 589.
- Piaskowce 175, 197; skład 197; lepszczce 197; miąższość 199; minerały akcesoryczne 199; arkozowe 200, 327; techniczna wartość 273; techniczne cechy 276.
- Pierwotne, minerały 63; składniki skały 137; złoża 252.
- Piezokryształizacja magmy 219.
- Piperino 196.
- Pirogeniczne minerały 64—71, 497—498; istotne składniki 65; podrzędne składniki 65; mikrostruktura 146.
- Pirokseny 64.
- Piryty, rozpowszechnienie 61, 289; złoża kontaktowe 256; złoża syngenezyczne 262.
- Plagjoklasy, szereg izomorficzny 23, 34, 50; warstwy epizomorficzne 50; powstawanie 104; łamliwość światła pl. kwaśnych 124; oznaczanie 125.
- Plan, studjów uniwersyteckich mineraloga 385, — petrografa 532—534; studjów literatury mineralogicznej 429, 440.
- Planu wydawniczej pracy w dziedzinie mineralogji brak 358.
- Plaskury 263.
- Platyny złoża 253; platynodajne piaski 266.
- Pleochroizm 22.
- Plutonistów z neptunistami spór 227, 612.
- Pneumatolityczne, złoża 256; minerały 498—500.
- Pneumatoliza 70.
- Pnie minerałów 58, 160.
- Poboczne składniki skał, patrz: Podrzędne.
- Początków nauczania mineralogji ważność 281, 307.
- Podręczne dzieła, rola 387; mineralogiczne *l.* 445—446, 456, 515, 715; petrograficzne *l.* 544—545.
- Podręczniki mineralogji na St. III, studjowanie 386; rola 430; ewolucja 431; niemieckich typ klasyczny *l.* 434; francuskich cechy charakterystyczne 437; angielskie *l.* 439; amerykańskich cechy charakterystyczne 439; rosyjskie *l.* 440; o poziomie wyższym *l.* 441; liczba wydanych w Polsce 618; pierwsze w Polsce 641; patrz także: Bibliografja.

- Podręczniki mineralogji szkolne, zadanie 316; typy 316; braki 357; pierwszy polski 661; patrz także: Bibliografja.
- Podręczniki nauk pomocniczych, matematyki 379; fizyki 381; chemji *l.* 380, 381, 461, 715; geologii *l.* 382; patrz także: Bibliografja.
- Podręczniki petrografji na St. III, układ 387; znaczenie w samouctwie 536; patrz także: Bibliografja.
- Podróży znaczenie dla petrografa 535, 548; dla studującego nauki mineralogiczne 708; celi przygotowanie 708.
- Podrzedne składniki skał 60, 65, 137; skał ogniowych 65.
- Podwójne sole 35.
- Pojkiliityczna budowa łupków krystalicznych 220.
- Pokładoznawstwo 117.
- Pokłady 57, 253; węgla 62; soli i gipsu morza współczesnego 180; patrz także: Syngenetyczne złoża; odsłonięcia pokładów, jako pomniki przyrody 593.
- Pokrój kryształów 5.
- Polimineralne skały 136.
- Polimorficzne minerały 371.
- Polimorfizm, patrz: Wielopostaciowość.
- Polisyntetyczne bliźniaki, patrz: Bliźniaki wielokrotne.
- Politycznego rozwoju społeczeństwa wpływ na rozwój nauki 618.
- Polskie prace mineralogiczne *l.* 478—479; w dziedzinie złóż mineralnych Polski *l.* 583—589; w dziedzinie historii mineralogji 628; czasopisma obce zawierające je 704.
- Polskie uczelnie dla studującego mineralogję 706.
- Połysek jako cecha rozpoznawcza 284.
- Pomiary, kąta osi optycznych 21, 426; punktu topliwości krzemianów 43; przysposobienie przyrządu do p.-ów 400; gonjometryczne 405, mikroskopowe 419.
- Pomniki przyrody 590; znaczenie wychowawcze 360, 591; stan ochrony u nas 591; zasługujące na ochronę 593—595.
- Pomoce naukowe, do doświadczeń na St. I 294; na St. II 314; na Stopniu III 389—390; patrz także: Przyrządy, Atlasy, Tablice.
- Pomocnicze nauki dla mineraloga 370; dla petrografa 532; podręczniki z ich zakresu 379, 380, 381, 382, 461, 715.
- Popularna literatura mineralogiczna, znaczenie 295; braki 357.
- Porfirowa budowa skał wylewnych 145, 152.
- Porwaki *l.* 466.
- Powstawanie minerałów, patrz: Geneza.
- Prace specjalne, konieczność studjowania 387, 512.
- Pracownie mineralogiczne i petrograficzne, w Polsce 703; zagranicznych wybór 709; wiadomości *l.* 705—706; wykaz 709—710.
- Pracownie mineralogji chemicznej w Polsce 512, — zagranicą 513.
- Prakryształy 146.
- Praktyka w studjach, przygotowawczych 382; geologiczna dla mineraloga 382; patrz także: Ćwiczenia.
- Praktyczna geologja, zanajomości konieczność dla mineraloga i petrografa 472.
- Prawapienie 205, 225.
- Prawo, bliźniacze 5; obniżania punktu krzepnięcia Van't Hoffa 45; objętościowe Van't Hoffa 212; Nernsta w zastosowaniu do stopów krzemianowych 236; Huyghensa rozchodzenia się światła w kryszta-

- łach kalcytu 609; Stena stałości kątów 610.
- Procentowy skład mineralny skały 134.
- Produkcja, złota 251; platyny 251; innych metali 252; diamentów 252; ropy naftowej 252; węgla kamiennego 252; polska: metalurgiczna 261, 555,—solna 559, 560,—węglowa 571, — naftowa 574, — gazów ziemnych 575, — wosku ziemnego 575.
- Program, nauczania na St. I 287—293; nauczania na St. II 311—313 *l.* 336; gimnazjum mat. - przyrodniczego 354; studjów uniwersyteckich mineraloga 385,—petrografa 532—534.
- Promieniotwórczość minerałów 27, *l.* 443.
- Propedeutyka mineralogji 370, 379—382.
- Proste znikanie światła 18.
- Prowincje petrograficzne 158 — 160, 577, *l.* 717.
- Przeglądy minerałów na St. I *l.* 299—300.
- Przełam minerału 285.
- Przeobrażanie się minerałów 63—105, 505, *l.* 520—521; patrz także: Metamorfizm i Minerale wtórne.
- Przeobrażanie się skał 504—505, *l.* 520—521; patrz także: Metamorfizm.
- Przewodniki mineralogiczne po kraju 333—334.
- Przybrzeżne osady 175—180; obszar występowania 192; typy 193.
- Przygotowanie, do nauki na St. I 282,— na St. II 307; sił nauczycielskich 361; do studjów specjalnych 379; mineraloga z zakresu matematyki 379,—z zakresu fizyki 380,—z zakresu chemji 380,—z zakresu krystalografji 380,—z zakresu geologii 381; do studjowania mineralogji chemicznej 511; do studjowania petrografji 531; petrografa z zakresu krystalografji 532,—z zakresu geologii 535; do wyjazdu na kongres międzynarodowy 549; do wyjazdu na studia zagranicę 708.
- Przypadkowe formy minerałów 55.
- Przyrządy 400—402, 404—428, *l.* 450, 452; mikroskopy 14—15, 409—419, *l.* 450, 454; dla początkujących 396; kontrola 400; przysposabianie do pomiarów 400; przegląd 404; gonjometri 405—408, 715; do szlifowania przyrządów 408; dodatkowe 419; do rysowania 423.
- Psamity 173.
- Psefity 173.
- Pseudomorfozy 85, 505, 506, *l.* 467; limonitu po kalcycie 86; kwarcu po kalcycie 86; talku po kwarcu 86; serpentynu po oliwinie 505; kwarcu po azurycie i malachicie 553.
- Pseudoporfirowa budowa 221.
- Pteropodowy szlam 186.
- Punktu topliwości minerału oznaczenie 27.
- R**ad w osadach eupelagicznych 191.
- Radjolarjowy szlam 190.
- Rafy koralowe 89; historia 105; znaczenie skałotwórcze 178.
- Rafy litotamnjowe 179.
- Rafy pierścieniowe 178.
- Redukcja 81.
- Reflektometri 425.
- Regeneracja siarczków 88.
- Regjonalny metamorfizm, patrz: Metamorfizm.
- Reguła, krystalizacji skał głębinyowych i wylewnych 149—150; faz w mineralogji 497, 502.
- Reliktowe budowy skał przeobrażonych 221.
- Resorbcja magmatyczna 238.
- Rezerwaty 577, 590; znaczenie wychowawcze 591.

Rędziny 270.

Rodzaj w mineralogji 106; jako jednostka systematyczna 107.

Roentgena promienie, badanie minerałów 27, 509; metody badania *l.* 338; przystępne omówienie podstaw badań *l.* 434; oznaczanie struktury minerałów *l.* 443; odkrycie dyfrakcji 603; przyszłość zastosowań do badań struktury kryształów 616.

Rola, empiryzmu petrograficznego w poznaniu genezy skał ogniwych 278; artykułów *St. I* 280; wycieczek w nauczaniu 286, 294, 359; nauk mineralogicznych w wychowaniu 342 — 347, 355; szkoły średniej 355; Poradnika dla Samouków 358; nauczyciela mineralogji 361; prac źródłowych w studjach 387, 512; chemizmu w mineralogji 455; studjów w naturze w mineralogji chemicznej 512; pracy laboratoryjnej w mineralogji chemicznej 512; podręcznika w samouctwie 537.

Rosyjskie podręczniki mineralogji 440.

Rozpowszechnienie, minerałów 59 — 62; skał ogniwych 158; osadów współczesnych 192; piaskowców 198; glin i skał ilastych 202; wapieni 205; łupków krystalicznych 221.

Rozpoznawanie minerałów, patrz: Diagnosta.

Rozprawy pierwszej dla studjującego znaczenie 534.

Rozpuszczalniki jako mineralizatory 38.

Roztwory, stałe 35; koloidalne 50; prawdziwe 51.

Równopostaciowość 33, 484, 489, *l.* 444.

Rtęciowe złoża 259.

Rubinów złoża 268.

Ryczałtowa analiza, patrz: Analiza.

Rysa minerału 285.

Saliczne składniki skał ogniwych 142.

Samoucy, na *I St.* 282; na *II St.* 305; samouctwo w mineralogji 374; samouctwo w petrografji 531.

Schemat, stosunku nauk pokrewnych mineralogji i petrografji 118; seryj skał głębinowych 153; seryj skał wylewnych 153; skał osadowych 208; krystalizacji układu dwuskładnikowego 232, 244; krystalizacji układu trójskładnikowego 234, 235; krystalizacji z przechłodzeniem 237; krystalizacji soli Van't Hoffa 247, 249; własności skalarnych i wektorowych *l.* 442; s-y przekrojów mikroskopowych minerałów *l.* 442; opracowywania rozprawy naukowej 534.

Sekrecje 58; sekrecji lateralnej teoria 77.

Serje skał ogniwych 152, 153.

Serpentynizacja 83, 85.

Serycytyzacja 83.

Siarczany polskie 561—565, *l.* 585.

Siarczki metaliczne, rozpowszechnienie 61; geneza 77.

Siarka, enancjotropowość 32; powstawanie 69; pokłady 264; polska 264, 561, *l.* 585.

Skała, Newtona 19; Mohsa 9, 404; skała barw *l.* 455.

Skalenie 64, 104; doświadczalne wyjaśnienie procesu rozkładowego 40; powstawanie 104; systematyka 109.

Skaleniowce 64.

Skała, definicja 55, 135; procentowy skład mineralny 134; diagnosta 136; słownictwo 136; klasyfikacja 137.

- Skalotwórcze minerały 59, 140, *l.* 453, 454, 539; stan termiczny 43; liczba 59, 140; synteza 92—95, 494; indywidualizm zdolności krystalizacyjnej 238.
- Skały polskie 577—583, *l.* 587—589; ogniowe i metamorficzne 577—581; osadowe 581—583.
- Sklerometry 9.
- Skład przeciętny, litosfery 138, 490; wody morskiej 169.
- Składniki skał magmatycznych 149; porządek wydzielania się 149.
- Składy minerałów 58.
- Skorupa ziemska, skład przeciętny 138, 490; składniki główne 491.
- Słownictwo mineralogiczne 108, 606; polskie 643, 647; polskiego słownik 681.
- Słownictwo petrograficzne, rozwój 121; zasady 135; skał ogniowych 144; skał metamorficznych 219, 221; łupków krystalicznych właściwych 224.
- Sole, patrz: Koloidy.
- Sole podwójne 35.
- Solna petrografia 7, *l.* 463.
- Solne minerały 71; geneza 71; przebieg krystalizacji z wody morskiej 243—249; złóż polskich 558, *l.* 585.
- Solne złoża 62, 71, 242, 502; budowa i następstwo warstw 72, 242; polskie 243, 558—561, *l.* 585.
- Specjalizacja w mineralogji 116, 118, 374, 376.
- Spinele jako mieszaniny izomorficzne 34.
- Spójność 7.
- Spolaryzowane światło w mineralogji 14, 20.
- Srebra złoża 258.
- Środki na badania naukowe w Polsce 704.
- Środowiska wpływ na postać kryształu 3, 6; środowiska optyczne kryształów 11.
- Stałe optyczne minerału 11; środowisk dwuosioowych 22.
- Stan, polskiej literatury popularnej mineralogicznej 357; uprawy mineralogji w Polsce w przeszłości 349, — obecnie 350, 618, 706; przyczyny tego stanu 351, 698.
- Stassfurckie złoża 242, 502.
- Stopy, eutektyczne metali jako przedmiot badań metalografji 232, 233; stopów krzemianowych trudność krystalizacji 236; krzemianowe sztuczne 231, 241, patrz także; Eutektyzm i Syntezy minerałów i skał.
- Stosowana petrografia 250, 272 — 277, *l.* 546.
- Stopień dokładności metody 384.
- Strefy skał metamorficznych 217.
- Stress 215.
- Struktura minerałów, związek z postacią zewnętrzną i własnościami fizycznymi minerału 372, 483; wpływ badań struktury na podręczniki mineralogji 431; oznaczanie za pomocą promieni Roentgena *l.* 443; krzemianów 506—510, *l.* 444; teorie struktury krzemianów 508.
- Struktura skał, łupków krystalicznych 220; patrz także: Budowa skał.
- Studja na St. III, zadanie 369; propedeutyka 370, 379—382; samouctwo 374; języki obce 375; specjaliści 376; nauczyciela 376—377; geologa 377; chemika 378; gleboznawcy 378; zawodów praktycznych 379; program 385; korzystanie z podręczników 386, — z dzieł podręcznych 387, — z prac specjalnych 387; prowadzenie dziennika 388; przechowywanie materiału 389; korzysta-

- nie z pomocy naukowych 389—390, — muzeów 390; rola studjów w terenie 391, 535; bieg uniwersyteckich studjów petrografa 532.
- Sublimacyjne metody 36.
- Sublimaty 59, 69; mineralnych powstawanie 500.
- Sukcesja minerałów 56—57.
- Surowce mineralne jako podstawa przemysłu światowego 252.
- Sylifikacja skał osadowych 198.
- Syngenetyczne złoża 57, 62, 252, 261.
- Synonimika minerałów *l.* 481.
- Syntetyczne metody 36—37, 461, *l.* 462, 518.
- Synteza minerałów 36; metody 36—38; albitu 93, 94, 99, 100; amfiboli 39, 93, 99; analcytu 40, 100; augitu 495; barytu 37, 98; biotyту 94, 230; chlorytu 99; diamentu 494; diasporu 494; diopsydu 99; dzeolitów 100; fluspatu 37, 98; glinokrzemianów 92; hematytu 37, 95, 494, 495; kaolinu 101, kasyteryту 95; kontaktowych minerałów 39, 96; korundu 38, 229, 494; kruszcowych minerałów 97; krzemianów 37, 92; krzemianów wodnych 37; kwarcu 37, 93, 94, 99, 230, 494, 496; kwarcu α 75, 98; magnezytu 37, 98; marmuru 493; oligoklazu 495; oliwinu 495; ortoklazu 93, 94, 99; plagioklazów 94, *l.* 462; serycytu 101; siarczków 95, 494; skałotwórczych minerałów 494, 495; solnych minerałów 96; syderytu 37, 98; trydimitu 494; tytanjanów 494; żyłowych minerałów 37, 98, 99.
- Synteza skał, bazaltów 95, 228, 229; diabazu 228; tefrytu 228; s—y skał kwaśnych trudność 229, 230.
- Sypkie skały 136.
- Systematyka minerałów, system naturalny 108, — sztuczny 109; Tschermaka 109; Lapparenta 110, 437; kompromisowa zasada s—ki 112; chemiczna Niggliego 438, *l.* 443; chemiczna Bergmana 610; Berzeliusa 611; Wernera 656; Haijzego 659.
- Systematyka skał 137; skał pochodzenia ogniowego 145, 151; osadów współczesnych 174; skał osadowych 195; skał metamorficznych Grubenmanna 222; skał metamorficznych Rosenbuscha 223; złoż 252; gleb 269.
- System nauczania uniwersyteckiego w Polsce 705.
- Szarogłazy 200.
- Szklista budowa, wicrofirów 150; skał żyłowych 151.
- Szkoło wulkaniczne 147.
- „Szkoly“ mineralogiczne 376.
- Szlam morski 177; patrz także: Eupelagiczne osady.
- Szlifowanie preparatów optycznych 408; przyrząd Wülfinga 408.
- Szlify 15, 119, 125; wprowadzenie do mineralogji 614.
- Szliry 239.
- Sztolnie stare, jako przedmiot ochrony przyrody 595.
- Tablice mineralogiczne** 113, *l.* 457, 464; fizyczno—chemiczne *l.* 481; rachunkowe *l.* 482; pierwsze w Polsce 645; patrz także: Atlasy.
- Talku z amfiboli powstawanie 83.
- Tekstura łupków krystalicznych 220.
- Temperatura, wpływ na orientację optyczną minerałów 25,26; wpływ na modyfikacje m. 32; wpływ na morfologję m. 43; wpływ na powstawanie m. 65; środowisk żyłowych 75; jako regulator procesów metamorficznych 210; wpływ na krystalizację roztworów solnych 249.

- Teorje, ustroju kryształów Haiüego 8,610; ustroju kryształów Bravaisa 8; hydrotermalna genezy minerałów żyłowych 74; sekrecji lateralnej 77; ascensyjna 78; żył pegmatytowych 79; fizyczno-chemiczna metamorfizmu 87,210; hydrotermalna pochodzenia złóż mineralnych 99; kaolinizacji 102; metamorfizmu Weinschenka 219; eutektyczna 232; resorpcji magmatycznej Meyerhoffera 238; izomorfizmu Mitscherlicha 489; budowy krzemianów 506—508; heksytowo - pentytowa ogniw zamkniętych 508; związków skojarzonych 508; ustroju kalcytu Huyghensa 609; regionalnego metamorfizmu Huttona 612.
- Terenowe badania, konieczność dla mineraloga 472; metodyka *l.* 472; w Polsce początek 645.
- Termiczne własności, minerałów 27,43; kryształów mieszanych 49.
- Terminologia, patrz: Słownictwo.
- Termometry geologiczne 67, 498; Van't Hoffa 503.
- Terra rossa 168, 270.
- Topika 54—62, *l.* 435, 465.
- Topliwość 27; punkt 27; jakościowe oznaczanie 29.
- Topniki jako mineralizatory 94.
- Torf polski 572, *l.* 587.
- Towarzystwa mineralogiczne 703.
- Towarzystwo Przyjaciół Nauk w Warszawie a mineralogja 665, 675.
- Tradycji naukowej podtrzymywania konieczność 629.
- Translacje mechaniczne 8, *l.* 442.
- Travertino 207.
- Trawienia ścian metoda 4, *l.* 448.
- Trójkątkoncentracyjny Van't Hoffa 247.
- Trójskładnikowe układy 234; przebieg krystalizacji 235.
- Tufy 145, 196, 579, 580.
- Twardość minerałów 9,285; skala 9,404; sklerometry 9; metody oznaczania 404.
- Twórcza praca nauczyciela mineralogji 362.
- U**czelnie, polskie dla studjującego mineralogję i petrografję 706; wpływ zmiany uczelni w czasie studjów 707; zagraniczne 709—710.
- Układy kilkuskładnikowe 231, 563.
- Ukośne znikanie światła 18; kąt 19.
- Ultramikroskop 51.
- Uniwersyteckie polskie podręczniki mineralogji XIX stulecia 600, 661, 663, 677, 679.
- Uskoki krystaliczne 8.
- Ustrój minerałów, patrz: Struktura minerałów.
- V**errucano 196.
- W**aga Westphala 9, 405.
- Wapienie, fitogeniczne 89; zoogeniczne 90; dolomityzacja 90, 105, 179; pochodzenie 203; budowa 204; domieszki 204; rozpowszechnienie 205; w technice 273; cechy techniczne 276; polskie 565, 583.
- Węgiel kamienny, pokłady 62; polski 570, *l.* 586—587.
- Węgłany, wielopostaciowość 31; monotropowość 32; szeregi izomorficzne 33; rozpowszechnienie 60, 61; rozpuszczalność w wodzie 72; polskie 564, *l.* 584.
- Wielokrotne bliźniaki 5.
- Wielopostaciowość, węglanu wapniowego 31; dwutlenku tytanu 31; kwarcu 67, 498; *l.* 444.
- Wietrzenie skał, chemiczne 80, 84; produkty 165—168; mechaniczne 168; postacie wietrzenia jako przedmiot ochrony przyrody 593.

Witrofiry 150.

Woda, współczynnik załamania światła 14; przegrzana jako czynnik geologiczny 75, 98, 211; wpływ na wietrzenie minerałów 168, 501.

Woda morska, przeciętny skład 169; zawartość siarkowodoru 184; zawartość zawiesin 185; zawartość radu 191; soli morskich przebieg krystalizacji 243.

Wolframian sodowy, jako mineralizator 38, 94.

Wolframowy kwas jako mineralizator 94, 230.

Wosk ziemny, sposób występowania 62; w Polsce 575, *l.* 587.

Wpływ, środowiska na pokrój krystalu 3, 6, 96; wychowawczy mineralogii 306, 343—347; pedagogiczny wskazywania problemów naukowych 318; nauk geologicznych na sprawy gospodarcze i polityczne 343 — 344; nauk pomocniczych na mineralogję 373; badań minerałów na odkrycie nowych pierwiastków 602; badań minerałów na odkrycie praw fizycznych 603; postępu kultury na rozwój mineralogii 605; rozwoju krystalografii na mineralogję i petrografję 614; nauki zagranicznej na polską w XIX w. 653—654.

Wrostki 68, patrz także: Inkluzje.

Wsiaki 58.

Wskazówki, uczenia się mineralogii na St. I 283—294; uczenia się mineralogii na St. II 311—315; nauczania mineralogii 341—368; dla studujących mineralogję na St. III 369—391; do wykonywania ćwiczeń i gromadzenia zbiorów *l.* 332, 364; wykształcenia fachowego nauczyciela 361—362, 376—377, *l.* 367; dla studującego mineralogję che-

miczną 511—513; przy wyborze podręczników mineralogii chemicznej 516, 518; dla studującego petrografję 531—536; dla studującego historję mineralogii i petrografii 619—620.

Współczynniki załamania światła 11; kwarcu 13; kalcytu 13; ortoklazu 13; wody 14; diamentu 14.

Wtórne złoża 62, 252, 265—268; patrz także: Piaski kruszczone.

Wtórne minerały 54, 63; powstawanie 79—88, 500 — 502, 504 — 505; skał głębinowych 148.

Wtórne składniki skał 137.

Wycieczek rola w nauczaniu mineralogii 286, 294, 359.

Wydawnictw polskich braki, patrz: Braki.

Wygnańców-Polaków mineralogiczna działalność 685.

Wyjazd zagranicę 708.

Wylewne skały 64, 145; forma zastygania 68; budowa porfirowa 146; cechy charakterystyczne 147; słownictwo 147; składniki swoiste 147; porządek krystalizacji 150; podział 150; serje 153; polskie 579, *l.* 588.

Występowanie minerałów, w litosferze 54—62, *l.* 465; w Polsce *l.* 435.

Wzory chemiczne minerałów, obliczanie 30; konstytucyjne krzemianów 30, *l.* 444, 458.

Wzory matematyczne *l.* 481.

Zadanie, petrografii skał osadowych 174; petrografii wogóle 278; mineralogii 482; petrografii polskiej 582, 583. Zadanie podręcznika 316, 537.

Zagadnienia, podstawowe petrografii 278; mineralogii współczesnej 482; mineralogii chemicznej 490; podejmowane przez naszych mineralogów 689.

- Zaniedbanie, mineralogji w nauczaniu elementarnem 282, 295, 357; historii nauk przyrodniczych w Polsce 627.
- Zapożyczone postacie, patrz: Pseudomorfozy.
- Zasada Rieckiego 215.
- Zasadowe skały 144.
- Zawiesiny 51.
- Zawody praktyczne a mineralogja 306, 379.
- Zbieżne światło spolaryzowane 20, 426.
- Zbiory mineralogiczne, rola w studiach 390; opracowania dziejów 626; polskich początki 648; w Krakowie 650; w Wilnie 650; w Grodnie 650; w Warszawie 650; w Poznaniu 695, patrz także: Gabinety mineralogiczne.
- Zbiory minerałów prywatne, ks. Jabłonowskiej 651; Puscha 686; Fryczego 686; Makowieckiego 687; Jurkiewicza 690; Gallego 696; Chałubińskiego 696.
- Zespoły minerałów 55.
- Ziarnista budowa skał 145, 152.
- Ziemia okrzemkowa 90.
- Zielników w historii mineralogji znaczenie 631.
- Zlepieńce 173, 175, 196.
- Złota złoża 258; piaski 266.
- Złoża 251; systematyka 252; pierwotne 252; wtórne 62, 252, 265—268; epigenetyczne 252; syngenetyczne 252; żyłowe 252, 257—261; pokładowe 252, 253; kruszców i kopalin użytecznych 253 — 268, *l.* 466, 520, 544—546; polskie 551—577, *l.* 545, 546, 583—587.
- Zmienność pokroju kryształów 96.
- Zmysłów kształcenie przy nauczaniu mineralogji 346.
- Znikanie światła, ukośne 18; proste 18; faliste 25.
- Zoogeniczne skały 136.
- Zwarte skały 136.
- Źródła gorące 75; siarkowe 75.
- Żelaza złoża 260, 263; w Polsce 263, 556—558, *l.* 584.
- Życie minerałów 102—105.
- Życiorysy mineralogów *l.* 625.
- Żyłowe skały 151; podział 151; budowa 151; w Polsce 578, *l.* 588.
- Żyłowe złoża 252, 257—261.
- Żyły kruszczowe 56, 252, 257—261; Comstock 258.
- Żyły mineralne 56; pasowa budowa 56, 77; epigenetyczność 57; ż. pegmatytowe wołyńskie jako pomniki przyrody 593.

SPROSTOWANIA

DO TOMU V.

Str.	wiersz	zamiast	powinno być
77	2 od dołu	kruszcowych	kruszcowych
86	14 „ „	ortokrzemianu	metakrzemianu
87	17 od góry	dążące	dążą
101	11 „ „	$Na_2H_2Si_4O_{12}$	$Na_2Al_2Si_4O_{12}$
123	13 od dołu	metodą	metodę
186	14 „ „	Makabickich	Mozambickich
188	1 „ „	na wyspach Wielkanocnych	na wyspie Wielkanocnej
218	12 „ „	$2H_2Ca_2Al_3Si_3O_{13}$	$2H_2Ca_2Al_3Si_3O_{13}$
267	1 „ „	skałą	skałę
303	10 i 11 od góry	botaniki i zoologii	botaniki i mineralogji
316	19 „ „	w przyjętym	z przyjętym
324	6 od dołu	skupienie	skupienia
327	4 od góry	str. 63	str. 53
327	11 „ „	str. 24	str. 54
328	12 „ „	str. 28 i 30	str. 28
333	3 od dołu	T. Wiśniewskiego	T. Wiśniowskiego
349	13 „ „	zgromadzenia	gromadzenia
359	1 „ „	„Ochrona przyrody“	„O ochronie pomników przyrody nieożywionej w Polsce“
362	3 „ „	który	którzy
364	6 „ „	1922	1923
367	2—3 „ „	naturwissenschaftlichen	naturwissenschaftlichen
376	19 „ „	W. F. Hillebrandt	W. F. Hillebrand
382	1 od góry	wiersz ten należy usunąć	
410	17 „ „	rury	śruby
452	17 od dołu	pétrografique	pétrographique
461	2 od góry	I. Lemberga	J. Lemberga
465	6 od dołu	au	an
470	11 „ „	W. G. Letsome	W. G. Lettsom
471	14 od góry	A. Fersman	A. Fersmann
471	8 od dołu	J. Domeyko. Mineralogia	I. Domeyko. Mineralojia
471	7 „ „	los especies	las especies
471	6 „ „	de Chili	de Chile
473	14 od góry	Wiley z Sons	Wiley and Sons
479	12 „ „	F. Dziewulskiego	E. Dziewulskiego
565	9 „ „	Giebałtów	Glebułtów

S P R O S T O W A N I A

DO TOMU V (c. d.).

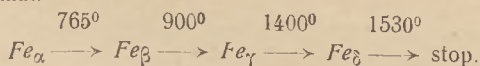
Str.	wiersz	zamiast	powinno być
690	5 od góry	nowe minerały syntetycznie otrzymane, jak np. lagoriolit (Weyberg).	nowe związki chemiczne odpowiadające pewnym grupom minerałów otrzymane syntetycznie, jak np. z grupy granatów lagoriolit (Morozewicz), związki z grupy sodalitu i inne otrzymane na drodze hydrogenicznej (Thugutt), związki z grupy sodalitu i inne otrzymane na drodze pirogeniczej (Weyberg).

UZUPEŁNIENIA i SPROSTOWANIA

DO KRYSZALOGRAFJI (IV TOM „PORADNIKA DLA SAMOUKÓW“).

Do str. 12, wiersz 2 od góry:

Badania roentgenometryczne wykazały, że żelazo przechodzi istotnie w 1400° w nową modyfikację zwaną Fe_{δ} . Jeżeli, dla jednolitości, oznaczymy modyfikacje trwałe w temperaturach kolejno niższych przez Fe_{γ} , Fe_{β} , Fe_{α} , to otrzymamy schemat:



Modyfikacje α , β i δ mają ustrój sześcienniej sieci przestrzennej ześrodkowanej, modyfikacja γ — sieci kubicznej o scentrowanych bokach najmniejszej sieciowej kostki. Temperatury przemiany i długość krawędzi takiego charakterystycznego dla ustroju sześciannu podaje następująca tabliczka, przytoczona z książki P. P. E w a l d a: *Kristalle und Roentgenstrahlen*. Berlin, 1923, według oznaczeń A. Westgrena (*Engineering* 11³, 1922, 630, 727, 757).

Rodzaj żelaza	Temperatura	Krawędź najmniejszej kostki sieciowej $a \cdot 10^{-8} \text{ cm}$	Temperatura przemiany modyfikacji
α	zwykła	2,87	$\alpha \longrightarrow \beta$ 765°
β	800°	2,90	$\beta \longrightarrow \gamma$ 900°
γ	1100°	3,63	$\gamma \longrightarrow \delta$ 1400°
γ	1425°	3,68	
δ	1425°	2,93	

Stal niklowa ma strukturę sieci przestrzennej o scentrowanych bokach, długość krawędzi charakterystycznej kostki sieciowej wynosi tu $3,58 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$, w stali manganowej $3,63 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$. Struktura stali jest zatem identyczna ze strukturą żelaza γ .

Zauważymy, że oznaczenia modyfikacji α , β , γ , użyte przez R. Westgrena w powyższej tabliczce, są odmienne niż podane w IV t. Poradnika (Krysztalografia) na str. 11-tej według H. E. Boekego (*H. E. Boeke: Grundl. der phys.-chem. Petrographie*, Berlin 1915, str. 221), a to z powodu uwzględnienia dokładniej już obecnie zbadanej modyfikacji δ , która oddziela

modyfikację trwałą ponad 900° od stopu. Modyfikację trwałą w zwykłej temperaturze oznacza się tu zatem (odmiennie od terminologii H. E. Boekego) przez α , dalsze litery oznaczają modyfikacje trwałe w temperaturach kolejno wyższych. Stwierdzenie istnienia drugiej modyfikacji regularnej niklu zostało w ostatnich czasach przez A. W. Hull'a odwołane.

Do str. 13, wiersz 9 od góry:

Bardzo godne uwagi są nowsze badania nad strukturą krystaliczną drutów, sztab i blaszek szeregu metali, które pod wpływem stosownych oddziaływań zmieniają się w zbiorowiska większych kryształów lub w jeden kryształ. Rozciągliwość drutów „jednokrystalicznych“ bywa w wysokim stopniu zależna od położenia osi i płaszczyzn krystalograficznych względem osi drutu, gdyż zależy ona od zdolności przesuwania się warstw kryształu w oznaczonych kierunkach. W związku z tem pozostaje struktura włóknista drutów wyciąganych na twardo.

O wytwarzaniu się jednokrystalicznych sztab i blaszek glinu piszą H. C. H. Carpenter i C. F. Elam (Proc. Roy. Soc. A. 100, Londyn 1922, 329). O odkształceniach drutów jednokrystalicznych i wielokrystalicznych o strukturze włóknistej: M. Polanyi, M. Ettisch, K. Weissenberg, H. Mark, E. Schmid (Zeitschr. f. Phys. 7, 1921, 181 i 12, 1923, 58), dalej Czochralski i inni.

Dużą rolę odgrywa w tych pracach roentgenometria. Badania powyższe prowadzone są przeważnie w Kaiser-Wilhelm-Institut f. Faserstoffchemie i w Institute of Metals.

Do str. 93, wiersz 7 od góry:

Pełny tytuł książki brzmi: *Essai de Cristallographie ou Description des figures géométriques propres à différents corps du règne minéral, connus vulgairement sous le nom de cristaux*, par **M. de Romé Delisle**. Paris, 1772, 427.

Do str. 107, wiersz 17 od góry:

Wyszło obecnie czwarte rozszerzone wydanie dzieła **W. H. i W. L. Bragg**, *X-Rays and Crystal Structure*, z 8-miu tablicami i 106 ryc. w tekście, str. 322, 1924. Cena 21 szylingów.

Do str. 136, wiersz 20 od góry:

Wyszła obecnie dobra książka: **P. P. Ewald**, *Kristalle und Roentgenstrahlen*, z 189 ryc., str. 327, J. Springer, Berlin, 1923. Cena dol. 7.20.

Patrz też artykuł **A. Johnsen**a o postępach w zakresie badania ustroju kryształów w „*Ergebnisse der exacten Naturwissenschaften*“ t. 1 Berlin 1922, 270.

W tem też dziele jest zebrana nowsza literatura dotycząca metod używanych przy pomiarach roentgenometrycznych.

Do str. 144, wiersz 3 i 4 od góry:

Teoretyczne wywody P. Druđe'go, przy których potrzebne są pewne bliższe założenia o naturze światła, opierają się przede wszystkim na elektromagnetycznej teorii światła. Zasadnicze równania tej teorii są rozważane w drugim z przytoczonych na str. 144 dzieł Druđe'go, które w tem znaczeniu można uważać za pomocnicze do studjowania pierwszego, traktującego w szeregu rozdziałów optykę kryształów.

Pierwsze wydanie książki „Physik des Aethers“ z r. 1894 zawiera też krótkie przedstawienie teoretycznych podstaw ruchu światła w ośrodkach krystalicznych (str. 504 i następane).

Do str. 145, wiersz 19 od góry:

Dzieło: H. Rosenbusch und E. A. Wülfing, Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien — wychodzi obecnie w nowem wydaniu. Ukazały się już trzy części tomu pierwszego, opracowane przez E. A. Wülfinga, Stuttgart 1921-24, str. 1—846.

S P R O S T O W A N I A.

str.	wiersz	zamiast	powinno być
52 tabl. I, szer. IV	7 od góry	A_x^4	A_z^4
55 „ II, kol. V	2 od dołu	$L_z^9 P_x$	$L_z^9 P_z$
80	11 od góry	O	O_s
112	8 od dołu	1877	1887
114	13 „	nitbreiding	uitbreiding
135	16 „	Symmetrie	Krystallographie
138	13 od góry	Schweizbart	Schweizerbart
157	7 od dołu	C. Zeiss	C. Leiss
206	4 „	Barkli	C. G. Barkla
212	13 od góry	Symmetrie	Krystallographie
215	5 od dołu	C. Zeiss	C. Leiss (1) ¹⁾ .

¹⁾ Przy punkcie (2) pozostaje nazwisko C. Zeiss.

GUIDE DES AUTODIDACTES.

INDICATIONS MÉTHODIQUES SUR TOUTES LES BRANCHES DES CONNAISSANCES A L'USAGE DES AUTODIDACTES. PUBLIÉ PAR A. HEFLICH ET ST. MICHALSKI. SUBVENTIONNÉ PAR LA „CAISSE J. MIANOWSKI“. INSTITUT D'ENCOURAGEMENT AUX TRAVAUX SCIENTIFIQUES.

BUT DE L'OUVRAGE, PLAN ET MÉTHODE D'EXÉCUTION.

Le Guide, publié à Varsovie depuis 1898, en polonais, avec le concours de savants polonais, sert la cause de l'autodidaxie dans l'acception la plus étendue du mot. Nous appelons autodidacte celui qui se laisse guider dans ses études par sa propre initiative. C'est pourquoi l'autodidaxie croit de plus en plus à mesure qu'on s'élève vers les grades supérieurs de la science.

Le but de l'ouvrage est de donner à ceux qui désirent s'instruire dans une branche quelconque des connaissances ou se consacrer à des études spéciales dans le domaine d'une science particulière des indications méthodiques aussi exactes que possible, en même temps que des conseils sur le choix d'ouvrages polonais ou étrangers (français, italiens, anglais, allemands etc.) et sur l'ordre à suivre dans la lecture, suivant le degré de difficulté des livres et leur valeur scientifique.

Le Guide est divisé en sections, dont chacune est consacrée à une science; les matières de chaque section sont disposées dans l'ordre suivant:

1. Introduction générale. L'introduction expose l'objet, les problèmes et les méthodes de la science donnée, ses rapports avec les autres sciences et ses subdivisions en disciplines spéciales.

2. I-er degré (cours élémentaire), II-e degré (cours systématique moyen); à chacun de ces degrés on trouve:

a) Observations générales accompagnées d'indications méthodiques sur la manière d'étudier, d'exécuter des expériences sur le matériel scientifique (cartes, instruments etc.).

b) Bibliographie:

- a) Liste d'ouvrages recommandés comme manuels; chaque titre est suivi d'une analyse critique.
- b) Liste d'ouvrages complémentaires, à consulter.
- c) Ouvrages traitant de l'histoire de la science donnée en général et de son histoire en Pologne en particulier.
- d) Observations sur les méthodes d'enseignement au degré élémentaire et moyen; littérature du sujet avec analyse critique de chaque titre.
- e) Enfin, si cela est possible, on présente aussi une liste d'ouvrages traitant de la Pologne du point de vue de la science donnée (par ex. la flore polonaise).

3. III-e degré (instruction supérieure). Ce degré, le plus important, s'étendant sur la plus grande partie de chaque volume, contient toutes les indications méthodiques et bibliographiques énumérées ci-dessus, développées conformément au niveau supérieur des études, plus une liste d'ouvrages traitant des méthodes et des moyens techniques d'investigation scientifique. A ce degré chaque science est divisée en ses disciplines spéciales; dans chacun des chapitres consacrés à ces disciplines le lecteur trouve:

- a) une introduction spéciale le renseignant sur les problèmes particuliers et les méthodes des recherches, sur les sources et le développement de cette branche des connaissances et sur ses relations avec les autres disciplines;
- b) une bibliographie critique;
- c) des renseignements sur les sources bibliographiques.

4. Conclusion. La conclusion résume les principaux problèmes de la science et les courants scientifiques de l'heure actuelle.

5. Renseignements sur l'organisation du travail scientifique et de l'enseignement supérieur.

6. Index des noms propres. Table des matières.

De cette manière, les indications et renseignements fournis sur chaque science forment, avec l'introduction générale au commencement et le résumé synthétique à la fin, un tableau complet de l'état actuel des connaissances, per-

mettant au lecteur de se reconnaître dans l'ensemble des matériaux et des moyens intellectuels et techniques qui constituent l'édifice de la science moderne.

Contenu du tome I. Mathématiques. (Varsovie, 1915, p. XXXIX + 618):

Préface par S. Michalski. — De la science par J. Łukasiewicz. Mathématiques: Introduction générale par Z. Janiszewski. — I Degré (cours élémentaire), II Degré (cours systématique moyen), Méthode d'enseignement des mathématiques par S. Kwietniewski. — Introduction au III Degré par Z. Janiszewski. — Géométrie analytique, projective et descriptive par S. Kwietniewski. — Arithmétique. Théorie des nombres. Algèbre. Théorie des ensembles. Théorie des fonctions d'une variable réelle. Calcul différentiel et calcul intégral. Calcul des différences finies et calcul inverse par W. Sierpiński. — Théorie des fonctions analytiques par S. Zaremba. — Équations différentielles ordinaires. Équations fonctionnelles, Équations aux différences et Équations intégrales. Développement en séries par Z. Janiszewski. — Équations aux dérivées partielles. Groupes des transformations. Calcul des variations par S. Zaremba. — Géométrie infinitésimale par S. Kwietniewski. — Analysis situs. Fondements de la géométrie par Z. Janiszewski. — Calcul des probabilités par S. Mazurkiewicz. — Logistique. Philosophie des mathématiques par Z. Janiszewski. — Histoire des mathématiques par S. Kwietniewski. — Conclusion par Z. Janiszewski. — Organisation du travail scientifique par Z. Janiszewski. — Suppléments. — Index par S. Mazurkiewicz.

Contenu du tome II. Physique, Géophysique, Météorologie. (Varsovie, 1917, p. 526):

Physique par M. Smoluchowski: Introduction générale. -- I et II Degré et méthode d'enseignement. — III Degré: Introduction générale. Ouvrages comprenant la totalité ou des parties importantes de la physique; bibliographie de chacune des parties de la physique. Ouvrages sur les principes fondamentaux de la physique. Manuels des travaux de laboratoire. Histoire de la physique. Histoire de la physique en Pologne. Ouvrage sur la didactique de III Degré. Périodiques. Encyclopédies, tableaux, ouvrages bibliographiques. Conclusion. — Renseignements (institutions, universités, bibliographie; fournisseurs d'apparats et d'instruments). Géophysique par M. P. Rudzki. III Degré: Introduction. Bibliographie des diverses parties de la géophysique. Météorologie par R. Merecki. Introduction. I, II et III Degré Annexes. Index par M. Smoluchowski.

Contenu du tome III. Mathématiques, tome supplémentaire. (Varsovie, 1923, p. VIII + 188):

Préface. — Introduction générale par S. Mazurkiewicz. — Suppléments par S. Kwietniewski, S. Zaremba, W. Sierpiński, S. Mazurkiewicz. — L'importance de la logique pour les mathématiques par J. Sleszyński. — Les premières étapes dans le développement des notions infinitésimales par J. Sleszyński. — Les applications de la théorie des ensembles par S. Mazurkiewicz. — Les applications de la théorie des groupes des transformations par K. Żorawski. — Les relations entre la physique et les mathématiques par S. Zaremba. — Suppléments. — Index par W. Przybyłowicz. — Errata. — Résumé en français.

Contenu du tome IV. Cristallographie. (Varsovie, 1923, p. XIII + 228):

Préface par St. Kreutz. — I. Cristallographie par St. Kreutz: Introduction générale. — III-me degré: Introduction. Cristallographie géométrique. Cristallographie physique. Cristallographie chimique. Cristaux liquides et liquides cristallins. — Bibliographie: Principaux mémoires et ouvrages classiques. Histoire de la cristallographie. Manuels et monographies. Liste des constantes cristallographiques. Atlas des cristaux. Périodiques. Description des instruments employés en Cristallographie. — Conclusion. — Renseignements. II. Aperçu général sur le rôle des transformations ponctuelles en Cristallographie par S. Zaremba. Suppléments. Index par W. Przybyłowicz. Rectifications. Résumé en français.

Contenu du tome V. Minéralogie et Pétrographie (Varsovie, 1925 p. XIII + 769):

Préface. Introduction générale: I. Minéralogie. II. Pétrographie par J. Morozewicz. I Degré, II Degré et Méthode d'enseignement de la minéralogie pour le I et le II Degré par St. Małkowski. — III Degré: Introduction. Minéralogie: a) Méthode et technique des recherches. b) Bibliographie par T. J. Woyno. Minéralogie chimique par St. J. Thugutt. Pétrographie par J. Morozewicz — Minéralogie et Pétrographie de la Pologne par J. Morozewicz. — De la protection des monuments de la nature inanimée en Pologne par St. Małkowski. — Histoire des sciences minéralogiques par St. Kreutz. Matériaux pour l'histoire de la minéralogie en Pologne. Informations. Suppléments. Index des noms et Index des matières. Rectifications. Informations relatives au Guide en français. Tables des matières des volumes publiés du Guide et des éditions du Guide.

Tomes suivants en préparation.

PORADNIK DLA SAMOUKÓW

WSKAZÓWKI METODYCZNE DLA STUDJUJĄCYCH.

WYDANIE NOWE.

Tom I: Matematyka. Warszawa, 1915, str. XXXIX + 618,
z 34 fig. w tekście i 1 tablicą.

TREŚĆ. S. Michalski: O zmianach w wydaniu nowem. — J. Łukasiewicz: O nauce. — Z. Janiszewski: Wstęp ogólny do matematyki. — S. Kwietniewski: Stopień I, II i Metodyka nauczania. — Z. Janiszewski: Wstęp do Stopnia III. — S. Kwietniewski: Geometria analityczna, syntetyczna i wykreślna. — W. Sierpiński: Arytmetyka. Teoria liczb. Algebra wyższa. Teoria mnogości. Teoria funkcji zmiennych rzeczywistych. Rach. różniczkowy i całkowity. Rach. różnicowy i sumacyjny. — S. Zaremba: Teoria funkcji analitycznych. — Z. Janiszewski: Równania różniczkowe zwyczajne. Równania funkcyjne, różnicowe i całkowite. Rozwinięcia na szeregi. — S. Zaremba: Równania różniczkowe o pochodnych cząstkowych. Teoria grup przekształceń. Rachunek warjacyjny. — S. Kwietniewski: Geometria różniczkowa. — Z. Janiszewski: Topologia. Podstawy geometrii. — S. Mazurkiewicz: Teoria prawdopodobieństwa. — Z. Janiszewski: Logistyka. Zagadnienia filozoficzne matematyki. — S. Kwietniewski: Historia matematyki powszechnej i polskiej. — Z. Janiszewski: Zakończenie. Dział informacyjny. — Dopelnienia w opr. zbiorowem. — S. Mazurkiewicz: Skorowidz nazwisk i rzeczy.

Tom II: Fizyka. Geofizyka. Meteorologia.
Warszawa, 1917, str. 526.

TREŚĆ. M. Smoluchowski: Fizyka. Wstęp ogólny. — Stopień I i II z metodyką nauczania. — Stopień III: Wstęp ogólny. Dzieła obejmujące całość lub większe działy fizyki. Literatura poszczególnych gałęzi fizyki. Dzieła o podstawach fizyki. Podręczniki do zajęć laboratoryjnych. Historia fizyki. Historia fizyki w Polsce. Dzieła z zakresu dydaktyki Stopnia III. Czasopisma. Encyklopedje, tablice, dzieła bibliograficzne. Zakończenie. — Dział informacyjny (instytucje, uniwersytety, literatura informacyjna; wykaz firm, dostarczających przyrządy). — M. P. Rudzki: Geofizyka. Stopień III: Wstęp. Bibliografia działów geofizyki. — R. Merecki: Meteorologia. Wstęp. Stopień I, II i III. — M. Smoluchowski: Dopelnienia. Skorowidz autorów i rzeczy.

Tom III: Matematyka. Uzupełnienia do t. I. Warszawa, 1923,
str. 188.

TREŚĆ. Od Redakcji. — S. Mazurkiewicz: Wstęp ogólny. — S. Kwietniewski, W. Sierpiński, S. Zaremba i S. Mazur-

kiewicz: Uzupełnienia do Stopnia I, II i III.—J. Sleszyński: O znaczeniu logiki dla matematyki.—J. Sleszyński: O pierwszych stadjach w rozwoju pojęć nieskończonościowych.—S. Mazurkiewicz: Teoria mnogości w stosunku do innych działów matematyki.—K. Żorawski: O zastosowaniach teorii grup przekształceń.—S. Zaremba: O stosunku wzajemnym fizyki i matematyki.—Dodatek (zbiorowo).—W. Przybyłowicz: Skorowidze.—Sprostowania.—Informacje o Poradniku w jęz. francuskim.—Treść wydanych tomów Poradnika.

Tom IV: Krystalografja. Warszawa, 1924, str. XIII + 228.

TREŚĆ. St. Kreutz: Przedmowa. St. Kreutz: Krystalografja. — Wstęp ogólny. — Stopień III: Wstęp. Krystalografja geometryczna. Krystalografja fizyczna. Krystalografja chemiczna. Płynne kryształy i ciecze krystaliczne. — Bibliografja: Ważniejsze rozprawy i dzieła klasyczne. Dzieła i prace omawiające historję krystalografji. Podręczniki i monografje. Wykaz stałych krystalograficznych. Atlasy kryształów. Wydawnictwa perjodyczne. Opisy przyrządów krystalograficznych. — Zakończenie.—Dział informacyjny.—St. Zaremba: Rola przekształceń punktowych przestrzeni w krystalografji.—Uzupełnienia do artykułów. W. Przybyłowicz: Skorowidze. — Sprostowania.—Informacje o Poradniku w języku francuskim. — Treść wydanych tomów Poradnika i wydawnictwa Poradnika.

Tom V: Mineralogja i Petrografja. Warszawa, 1925, str. XIII+769.

TREŚĆ: Przedmowa. J. Morozewicz: Wstęp ogólny: I. Mineralogja. II. Petrografja. St. Małkowski: Stopień I. Stopień II. Metodyka nauczania mineralogji na Stopniu I i II. — Stopień III: T. J. Woyno: Wstęp. — Mineralogja. A. Metody i technika badań. B. Bibliografja. St. J. Thugutt: Mineralogja chemiczna. — J. Morozewicz: Petrografja. — J. Morozewicz: Mineralogja i petrografja Polski. St. Małkowski: O ochronie pomników przyrody nieożywionej w Polsce. — St. Kreutz: Historja nauk mineralogicznych.—K. Koziorowski: Materiały do dziejów mineralogji w Polsce. — T. J. Woyno: Dział informacyjny.—Uzupełnienia.—Skorowidze.—Sprostowania.—Uzupełnienia i sprostowania do IV t. Poradnika.—Informacje o Poradniku w języku francuskim.—Treść wydanych tomów Poradnika i wydawnictwa Poradnika.

Tomy: VI Botanika, VII Geografja, VIII Zoologja, IX Chemja, X Astronomia, XI Językoznawstwo, XII Geologja, XIII Antropologja—w przygotowaniu.

Wydawnictwo „Poradnika dla Samouków“:

E. Godlewski (senjor) „Myśli przewodnie fizjologii roślin“, tom. I. Warszawa, 1923 str. 366; tom. II (w przygot.).

OGŁOSZENIA.

NAUKA POLSKA JEJ POTRZEBY, ORGANIZACJA I ROZWÓJ.

ROCZNIK KASY IM. MIANOWSKIEGO.

Tom I, Warszawa 1918, str. XVI+558.

Treść. Wstęp. — Stanisław Zaremba: O najpilniejszych potrzebach nauki w Polsce, ze szczególnem uwzględnieniem matematyki. — Zygmunt Janiszewski: — O potrzebach matematyki w Polsce. — Marjan Smoluchowski: O potrzebach naukowych w zakresie fizyki. — Władysław Natanson: *.* — Władysław Dziewulski: O potrzebach astronomji polskiej. — Lucjan Grabowski: O potrzebach astronomji polskiej. — Władysław Gorczyński: O potrzebach naukowych polskich w dziedzinie meteorologii. — L. i A. Birkenmajerowie: Najważniejsze dezyderaty nauki polskiej w zakresie historii nauk matematycznych. — Jan Zawidzki: O stanie chemji na ziemiach polskich oraz o środkach, zmierzających do jego podniesienia. — Józef Morozewicz i Stefan Kreutz: O potrzebach nauk mineralogicznych. — Stanisław Thugutt: Uwagi o potrzebach nauk mineralogicznych. — Wawrzyniec Teisseyre: Uwagi o potrzebach geologii polskiej. — Antoni Sujkowski: Potrzeby nauki polskiej w zakresie geografji. — Emil Godlewski st.: Potrzeby nauki polskiej w zakresie fizjologii roślin. — Michał Siedlecki: Potrzeby nauki polskiej w zakresie zoologii. — Emil Godlewski mł.: O potrzebach biologji i embrjologii. — Jan Czekanowski: W sprawie potrzeb nauk antropologicznych w Polsce. — Kazimierz Kostanecki: *.* — Jan K. Kochanowski: O potrzebach nauki polskiej w zakresie historii. — Władysław Smoleński: Potrzeby historii polskiej. — Oswald Balzer: O potrzebach nauki w zakresie historii prawa polskiego. — Stanisław Kutrzeba: Postulaty wydawnicze z zakresu historii prawa polskiego. — Franciszek Bujak: Uwagi o potrzebie historii gospodarczej. — Władysław Semkowicz: Potrzeby w zakresie nauk pomocniczych historii. — Marjan Gumowski: Stan i potrzeby numizmatyki i medalografji polskiej. — Ksawery Fie-rieh: Instytut do badania prawa żywego w Polsce. — Antoni Kostanecki: O potrzebach naukowych w zakresie ekonomji społecznej. — Franciszek Bujak: Uwagi o badaniach życia społecznego i gospo-

darczego.—Jan Rozwadowski: Uwagi o polskich potrzebach naukowych w zakresie językoznawstwa.—Kazimierz Nitsch: Organizacja i potrzeby nauki w dziale języka polskiego.—Tadeusz Sinko: O stanie i potrzebach filologii klasycznej w Polsce.—Ignacy Matuszewski: Potrzeby nauki polskiej w zakresie literatury powszechnej.—Artur Górski: Kilka potrzeb z dziedziny historii kultury polskiej.—Ignacy Chrzanowski: Potrzeby historii literatury polskiej.—Zygmunt Batowski: Niektóre ważniejsze potrzeby historii sztuki u nas.—Jarosław Wojciechowski: O potrzebie polskich pracowni inwentaryzacyjnych oraz o potrzebie wydawnictwa materiałów do inwentaryzacji zabytków sztuki w Polsce.—St. Tomkiewicz: Uwagi o potrzebach nauki polskiej w zakresie historii sztuki.—Bronisław Gembarzewski: Pracownia ikonograficzna.—Tadeusz Kotarbiński: W sprawie potrzeb filozofji u nas.—Kazimierz Twardowski: O potrzebach filozofji polskiej.—Stefan Błachowski: W sprawie potrzeb naukowych psychologii.—Antoni B. Dobrowolski: O pilnej potrzebie wychowania umysłowego w Polsce.—Romuald Minkiewicz: O polską twórczość naukową.—Tow. Docentów Pryw. U. J.: W sprawie bytu materialnego docentów.—Wiadomość o działalności Kasy im. Mianowskiego.—Skorowidz rzeczowy.

Tom II, Warszawa, 1919, str. IX+676.

Treść: Wstęp.—Stefan Mazurkiewicz: O potrzebach matematyki w Polsce.—Tadeusz Banachiewicz: O potrzebie założenia w Polsce narodowego instytutu astronomicznego.—Tadeusz Godlewski: W sprawie projektów użycia funduszów na popieranie rozwoju nauki polskiej.—Stefan Niewiadowski: Uwagi o potrzebach chemji.—Ignacy Mościcki i Kaz. Kling: W sprawie technicznego kształcenia chemików technologów.—Jerzy Smoleński: O potrzebach nauki polskiej w zakresie geografji fizycznej.—St. Pawłowski: O potrzebach geografji polskiej.—St. Małkowski: O potrzebie popularyzacji wiedzy i o polskim muzeum ziemi.—Antoni Sujkowski: W sprawie badania: kultury polskiej.—Władysław Szafer: Potrzeby botaniki.—Edmund Malinowski: Potrzeby nauki polskiej w zakresie hodowli roślin.—Józef Rostafiński: Potrzeby historii botaniki w Polsce.—St. Maziański: Potrzeby histologii. Henryk Hoyer: Potrzeby anatomji porównawczej.—Roman Nitsch: Uwagi o potrzebach higieny i bakterjologii.—Adam Wrzosek: O potrzebach nauki w zakresie historii zoologii w Polsce.—Józef Kostrzewski: Potrzeby prehistorji polskiej.—Kaz. Tymieniecki: O niektórych potrzebach historii w Polsce i o warunkach jej dalszego rozwoju.—Potrzeby naukowe w zakresie wydawnictw źródłowych do dziejów Polski: Wł. Semkiewicz: I. Okres

piastowski. — Oskar Halecki: II. Okres Jagielloński. Eugenjusz Barwiński: III. Okres od 1572 do 1648. — Wł. Konopczyński: IV. Okres od 1648 do 1795. — Ks. Jan Fijałek i St. Zachorowski: O potrzebach wydawniczych w zakresie źródeł historii kościoła w Polsce. — Marjan Gumowski: Potrzeby numizmatyki polskiej. — Ant. Perettiattkowiec: O potrzebach encyklopedji i filozofji prawa. — St. Wróblewski: Potrzeby nauki polskiej a prawo rzymskie. — Ernest Till: O potrzebach polskiej nauki prawa cywilnego. — Jan Rutkowski: O potrzebach naukowych w zakresie gospodarczych dziejów Polski. — Stefan Moszczeński: Co ma do spełnienia nauka polska w zarządzie gospodarstw wiejskich. — St. Szober: O potrzebach naukowych językoznawstwa w Polsce. — Aleks. Brückner: Czego od polonistyki najpilniej wymagamy. — Stanisław Witkowski: Potrzeby filologii klasycznej. — Tadeusz Kowalski: W sprawie orientalistyki w naszych uniwersytetach. — Wilhelm Bruchnalski: Potrzeby umiejętności literatury polskiej. — Wł. Podlacha: O przyszłość historii sztuki. — Piotr Bieńkowski: O potrzebach nauki polskiej w zakresie archeologii klasycznej. — Feliks Kopera: W sprawie programu badań w zakresie historii sztuki. — Jan K. Kochanowski: Kilka słów w sprawie nauki narodowej. — Witold Rubczyński: O najpilniejszych potrzebach nauki polskiej w zakresie historii filozofji. — Zygmunt Mysłakowski: O rozwoju pedagogiki w Polsce. — Antoni Karbowiak: O wartości, naszym znanstwie i badaniu ojezystych dziejów nauczania i wychowania. — Kazimierz Morawski: *.* — N. M.: W sprawie oddziaływania profesora na studenta. — Romuald Minkiewicz: O niezależność nauki polskiej. — Edward Kuntze: Potrzeby polskich bibliotek naukowych. — Marjan Gumowski: Muzealna polityka rządu. — Kronika (zbiorowo): Życie naukowe polskie na obczyźnie i na kresach. — Polskie instytucje i towarzystwa naukowe, powołane do życia w okresie wojennym. — Udział społeczeństwa w popieraniu nauki polskiej. — Udział rządu polskiego w popieraniu nauki. — Nagrody za prace naukowe. — Międzynarodowe organizacje naukowe. — Z życia nauki zagranicą. — Pomoce, udzielane przez Kasę im. Mianowskiego (1881/2—1918). — Stanisław Małkowski: Skorowidz nazwisk do tomów I i II Nauki polskiej. Skorowidz rzeczowy do tomu II. — Sprostowania do tomów I i II. — Treść tomu I.

Tom III: Pamiętnik I-go Zjazdu poświęconego zagadnieniom organizacji i rozwoju nauki polskiej w dn. 7—10 kwietnia 1920 r., Warszawa, 1920, str. 280.

Treść. Sprawozdanie ze Zjazdu: 1-szy dzień Zjazdu. Zagajenie przez prezesa Komitetu Kasy F. Kucharzewskiego. Przemówienie prze-

wodniczącego Zjazdu J. Łosia. Przemówienie ministra oświaty T. Łopuszańskiego. Jan Rozwadowski: Nauka a życie (odezwy inauguracyjny).—Romuald Minkiewicz: O niezależność nauki polskiej.—Franciszek Bujak: O niezależnych badaniach naukowych.—Rozprawy.—Antoni B. Dobrowolski: Nauka a oświata.—Tadeusz Kotarbiński: Czy wydziały filozof. uniwers. mają być wydziałami nauczycielskimi.—Rozprawy.—Wład. Witwicki: O stosunku nauki do sztuki.—Rozprawy.—2-gi dzień Zjazdu. Fr. Bujak: Nauka a społeczeństwo.—St. Kalinowski: Nauka a społeczeństwo.—Rozprawy.—St. Kutrzeba: Nauka a państwo.—Ant. Peretiatkowicz: Stosunek państwa do nauki.—Rozprawy.—Wł. Semkowicz: Organizacja pracy naukowej.—Konstanty Janicki: Organizacja pracy naukowej.—Rozprawy.—Jan Rutkowski: Praca naukowa na prowincji.—Rozprawy.—Jan Czekanowski. Byt materialny nauki.—3-ci dzień Zjazdu. Byt materialny nauki.—Rozprawy.—Badanie naukowe Polski: Wł. Szaffer: I. Zadania nauki naszej wobec fizjograficznych właściwości Polski.—Józef Ujejski: II. Polska jako przedmiot nauk humanistycznych.—Rozprawy.—Ignacy Mościcki: Nauka a życie gospodarcze.—Józef Morozewicz: Stosunek nauki do życia gospodarczego.—Rozprawy.—4-ty dzień Zjazdu: Michał Siedlecki: Nauka polska na terenie międzynarodowym.—Wład. Konopczyński: Nauka polska na terenie międzynarodowym.—Rozprawy.—Jan Kochanowski: Wnioski ogólne.—Dodatki do sprawozdania ze Zjazdu: Odezwa w sprawie zwołania Zjazdu.—Regulamin.—Depesze i listy.—Lista uczestników.—Kasa im. Mianowskiego: Sprawozdanie z działu naukowego. Zebranie ogólne pomocy, udzielonych w r. 1919. Streszczenie sprawozdań rocznych (1881/2 — 1919). Książki wydane w r. 1919 — 1920. Nagrody. Ofiary na rzecz Kasy M. Zmiana statutu. Posiedzenia Rady Naukowej. Skład Komitetu.—Skorowidze, opr. Wojciech Przybyłowicz.

Tom IV, Warszawa, 1923, str. X+558.

Treść: Wstęp redakcyjny.—BADANIE NAUKI: J. Rozwadowski: Nauka, religia i sztuka.—St. Ossowski: Funkcja dziejowa nauki. A. Gawroński: Nauka narodowa czy międzynarodowa.—Przyczynki do badania życia naukowego młodzieży akademickiej: S. T.: Działalność koła filozof. stud. Uniw. Warsz.—Student: Kartka z życia.—J. Zawadzki: O długowieczności chemików polskich.—POTRZEBY NAUKI: F. Bujak, T. Banachiewicz, S. Pawłowski, K. Szule, J. Czarnocki, B. Hryniewiecki, J. Grochmalicki, A. Maciesza, J. Bystron, E. Frankowski, J. Kostrzewski, K. Nitsch, J. Rutkowski, F. Bujak, Wł. Podlacha, A. Chybiński, M. Treter i St. Małkowski: Praca naukowa na prowincji.—Zbiorowo: Materiały

do badania potrzeb nauki polskiej. — Z DZIEJÓW ORGANIZACJI NAUKI POLSKIEJ: L. Birkenmajer: Z dziejów organizacji nauki polskiej i ofiarności na jej rzecz w Polsce. — Wł. Smoleński: Warunki pracy naukowej w b. Król. Polskiem w okresie odwetu rosyjskiego za powstanie styczniowe.—S. J.: Przegląd materiałów do historii Kasy im. Mianowskiego z okresu 1881—1896. — KRONIKA: I. Wiadomości o nowopowstałych lub zreorganizowanych polskich towarzystwach i instytucjach naukowych. — II. Udział społeczeństwa polskiego w popieraniu nauki.—III. Udział rządu.—IV. Nagrody naukowe. — V. Organizacja nauki zagranicą (Francja, Stany Zjedn. Ameryki Płn., Komisja współpracy umysłowej przy Lidze Narodów).—Uzupełnienia do artykułów.—Skorowidze.—Sprostowania.—Streszczenie artykułów w języku francuskim.—Treść wydanych tomów „Nauki“.

Tom V, Warszawa, 1924, str. przeszło 500.

Treść: Wstęp.—Przedmiot i zadania nauki o wiedzy, opr. Fl. Znaniecki.—Co Polska traci skutkiem niedostatecznego uprawiania nauki: Wstęp ogólny opracował F. Bujak.—Artykuły z różnych dziedzin naukowych w opracowaniu S. Pieńkowskiego, K. Smoleńskiego, J. Samsonowicza, M. Korezewskiego, A. W. Jakubskiego, J. Czekanowskiego, J. Kostrzewskiego, K. Tymienieckiego, E. Taylora i W. Witwickiego. — Z życia nauki na prowincji: Płock, Toruń, Przemyśl, Sandomierz.— Z ruchu organizacyjno-naukowego w Polsce.—Z dziejów organizacji nauki polskiej: Urywki z dziejów organizacji nauki polskiej i ofiarności na jej rzecz w Polsce napisał L. Birkenmajer. Ofiarność Lwowa na cele naukowe opracował A. Fischer. Z dziejów ofiarności na rzecz nauki i nauczania na Litwie napisał S. Kościółkowski. — Z życia nauki zagranicą: Warunki materialne nauki we Francji podał A. Martel. Organizacja nauki we Włoszech napisał R. Pollak. Organizacja nauki w Danji opracował I. Stemann. Organizacja nauki w Czechosłowacji opracował K. Górski. Stan materialny nauki i nauczania w Finlandji. Anglja: współpraca państwa i przemysłu na polu badań naukowych podał J. Wojciechowski. Stosunki naukowe Polski z zagranicą. Międzynarodowa Komisja Współpracy Umysłowej.—Kronika: I. Wiadomości o nowopowstałych lub zreorganizowanych polskich instytucjach i towarzystwach naukowych (lub naukę popierających). II. Ofiarność społeczeństwa polskiego na rzecz nauki. III. Udział Rządu w popieraniu nauki. IV. Nagrody naukowe. — Skorowidze.— Streszczenie w jęz. francuskim.—Treść wydanych tomów „Nauki Polskiej“.

Tom VI (w przygot.).

BIBLIOTEKA
MUSEUM SŁOWIAŃSTWA
W GDANSKU

GUIDE DES AUTODIDACTES, T. V.

INDICATIONS MÉTHODIQUES SUR TOUTES LES BRANCHES
DES CONNAISSANCES à L'USAGE DES AUTODIDACTES.

MINÉRALOGIE ET PÉTROGRAPHIE

PUBLIÉ PAR A. HEFLICH ET ST. MICHALSKI,
SUBVENTIONNÉ PAR LA „CAISSE J. MIANOWSKI“,
INSTITUT D'ENCOURAGEMENT AUX TRAVAUX SCIENTIFIQUES
VARSOVIE, RUE N.-ŚWIAT 72. 1925.

Résumé en français, p. 764.