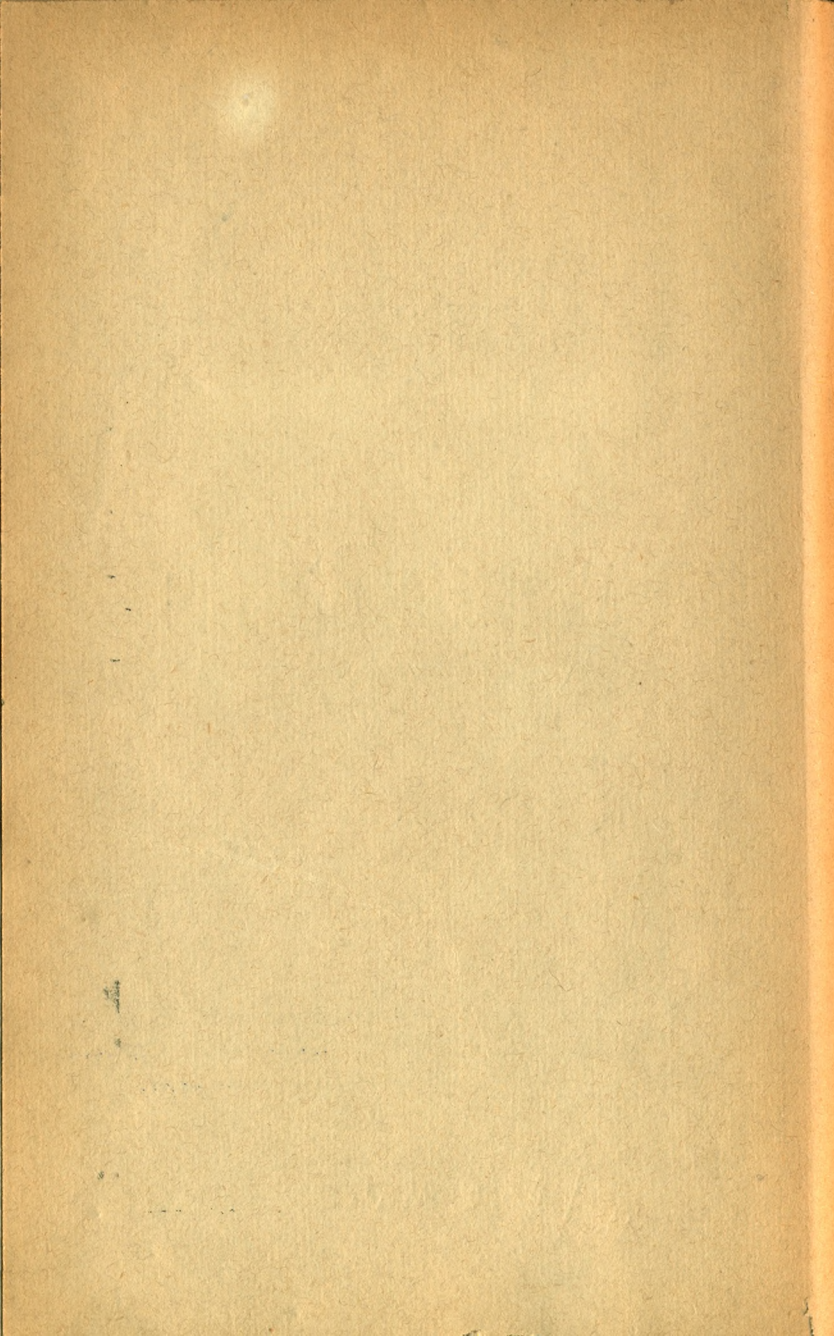


**CHEMIA ŻYCIA CODZIENNEGO.**



Dr. Lassar-Cohn.

# CHEMIA

## Życia Codziennego.

Wykłady publiczne.

Z upoważnienia autora podług III-go wydania niemieckiego  
pr. ełożył

*Maryan Stepowski,*

Asystent Pracowni Chemicz. Bak. Warsz. Tow. Farm.

z przedmową

Juliana Ochorowicza,

(z 21 drzeworytami w tekście).

Tom I.

~~Akademia Lekarska w Gdańsku  
Zakład Historii i Filozofii  
Medycyny~~

WARSZAWA.

DRUKARNIA

„Biblioteki Dzieł Wyborowych“

47. Nowy-Swiat 47.

9198

Дозволено Цензурою.  
Варшава, 20 Января 1900 года.



~~217413~~

1998 D. 84 / 54

## PRZEDMOWA.

---

Dzieło niniejsze, które w ciągu trzech lat miało trzy wydania niemieckie i dwa angielskie, które przełożone już zostało na język rosyjski i włoski, a wkrótce wyjść ma również w przekładzie na szwedzki, portugalski, czeski i serbski, nie powinno było dłużej czekać na polskie tłumaczenie.

Jakoż sądzimy, że wyświadczamy przysługę naszym czytelnikom, przyspieszając wydanie pracy, która będzie pierwszą w tym rodzaju w naszym piśmiennictwie i nie jednemu da możliwość łatwego zapoznania się z najciekawszymi tajemnicami chemii, w tym właśnie zakresie codziennego życia, codziennych prac i zagadnień, których nieznanomość najbardziej upośledza umysł ogólnie wykształconego czytelnika.

Rozejrzawszy się w tej książce, przekona się każdy, że nie domyślał się nawet, ile ciekawych szczegółów wykryć można w każdym drobiazgu codziennego życia, gdy nań padnie światło nauki, tak ponętnej w sobie, a przytem tak zręcznie i zrozumiale podanej przez wytrawnego specjalistę.

Chemia życia codziennego, której zarys naszkicował już przed trzydziestu laty znakomity i nawet u nas zasłużony popularyzator niemiecki Aaron Bernstein w swojej „Bibliotece Nauk Przyrodzonych”, została przez naszego autora pojęta szerzej i ściślej i znalazła w nim wykonawcę, o wiele pod względem nauki przewyższającego wszelkie poprzednie próby popularyzacji, a pod względem przystępności wykładu, zbliżającego się do najlepszych.

Przyznajemy, że dotychczas ta dziedzina nauki zaniedbaną była w „Bibliotece”, ale też książka Lassara-Cohna zastąpi co najmniej kilka, podobnych treścią. Jest to bowiem poprostu mała encyklopedia technologii chemicznej, w najobszerniejszym znaczeniu tego wyrazu. Dość przejrzeć spis obu tomów, ażeby się zdumieć nad obfitością treści, jaką autor, w tak małej stosunkowo objętości zawrzeć, zdołał. Nie ma przedmiotu z dziedziny najważniejszych i nawet mniej ważnych gałęzi przemysłu, któryby w pracy tej nie był dotkniętym i mniej lub więcej wyjaśnionym, tak, że po przeczytaniu tych dwóch tomików zyskuje się niewątpliwie więcej, niż po przeczytaniu wielu dzieł, znacznie obszerniejszych i bez porównania mniej dostępnych.

Dlatego też specjalnie polecamy je młodzieży, chcącej rozejrzeć się w obszarze całej chemii stosowanej, bądź to dla uzupełnienia wiadomości, bądź dla wyboru powołania. Gdyby każdy z czytelników, zastanawiając się nad różnymi wynalazkami, jakich opis i historię znajdzie pokrótce w niniejszym dziele, miał na myśli potrzeby kraju i szczerze postanowienie służenia mu własną pracą w jakimś najbardziej nę-



całym go zawodzie, to z pewnością niniejszy przykład dzieła królewieckiego profesora mógłby się stać punktem wyjścia nie jednej szczęśliwej kariery i nie jednego postępu w dziedzinie ubogiego naszego przemysłu i naszej wytwórczości wynalazczo-naukowej, w której tak wiele jeszcze pól leży odłogiem!

Skromne początki kariery naszego autora powinny też być bodźcem dla sił młodych, rozumiejących potęgę pracy, jeśli jej towarzyszy myśl uparta posuwania się naprzód w obranym kierunku i dochodzenia od rzeczy małych do wielkich.

Prof. Lassar-Cohn urodził się 6 września 1858 r. w Hamburgu. Jest więc jeszcze młodym.

Nauki pobierał najprzód w Królewcu, w tamtejszem staromiejskiem gimnazyum, które ukończył w r. 1876, a następnie na różnych uniwersytetach niemieckich i zagranicznych, i w r. 1880 otrzymał stopień doktora.

Przez lat sześć pracował praktycznie jako chemik w fabrykach austriackich i niemieckich i tym sposobem przywykł kłaść nacisk na praktyczne zastosowania nauki, zanim się poświęcił wykładom teoretycznym i, być może, że tej okoliczności i „Chemii życia codziennego” zawdzięcza swoje powstanie.

Nie mniej jednak marzył o karierze uniwersyteckiej i z tą myślą, powróciwszy do Królewca, habilitował się tamże na docenta chemii, a w r. 1894 został mianowany profesorem.

Po trzyletniej pracy w Królewcu, powołany do Monachium na katedrę chemii, jednocześnie dał folgę swoim upodobaniom popularyzatorskim, wykładając

ten przedmiot w miejscowej wyższej szkole ludowej (Volkshochschule).

Ostatecznie jednak wrócił do miasta, które go wychowało i w chwili obecnej jest znów profesorem uniwersytetu królewieckiego.

W chemicznych swych badaniach z upodobaniem zwracał się do tematów, mających związek z fizjologią i medycyną, i dlatego to i w niniejszym dziele, obok czysto przemysłowych i kwestye chemiczno-lekarskie obszernie są uwzględnione.

Prof. Lassar-Cohn wydał dotychczas następujące pisma w języku niemieckim:

1. „Metody pracy w laboratorjach chemii organicznej”, podręcznik dla chemików, lekarzy i farmaceutów, dwa wydania z 42 figurami. Dzieło to wyszło także w języku francuskim i angielskim.

2. „Chemia współczesna”, dwanaście odczytów dla lekarzy.

3. „Praktyka analizy moczu”, wstęp do chemicznych badań moczu z dodatkiem rozbioru zawartości żołądka, 2-ie wydanie 1898.

4. „Kwasy żółci wołowej i ludzkiej”, 1898.

5. „Przemysł chemiczny” (w VII tomie dzieła: „Buch der Erfindungen, Gewerbe und Industrien”, u Spamera w Lipsku).

6. „Wstęp do Chemii,” zawierający właściwie krótki całokształt tej nauki, wydany przed kilku miesiącami u Vossa w Hamburgu.

7. „Die Chemie im täglichen Leben”. Gemeinverständliche Vorträge. Wyd. 3-cie 1898.

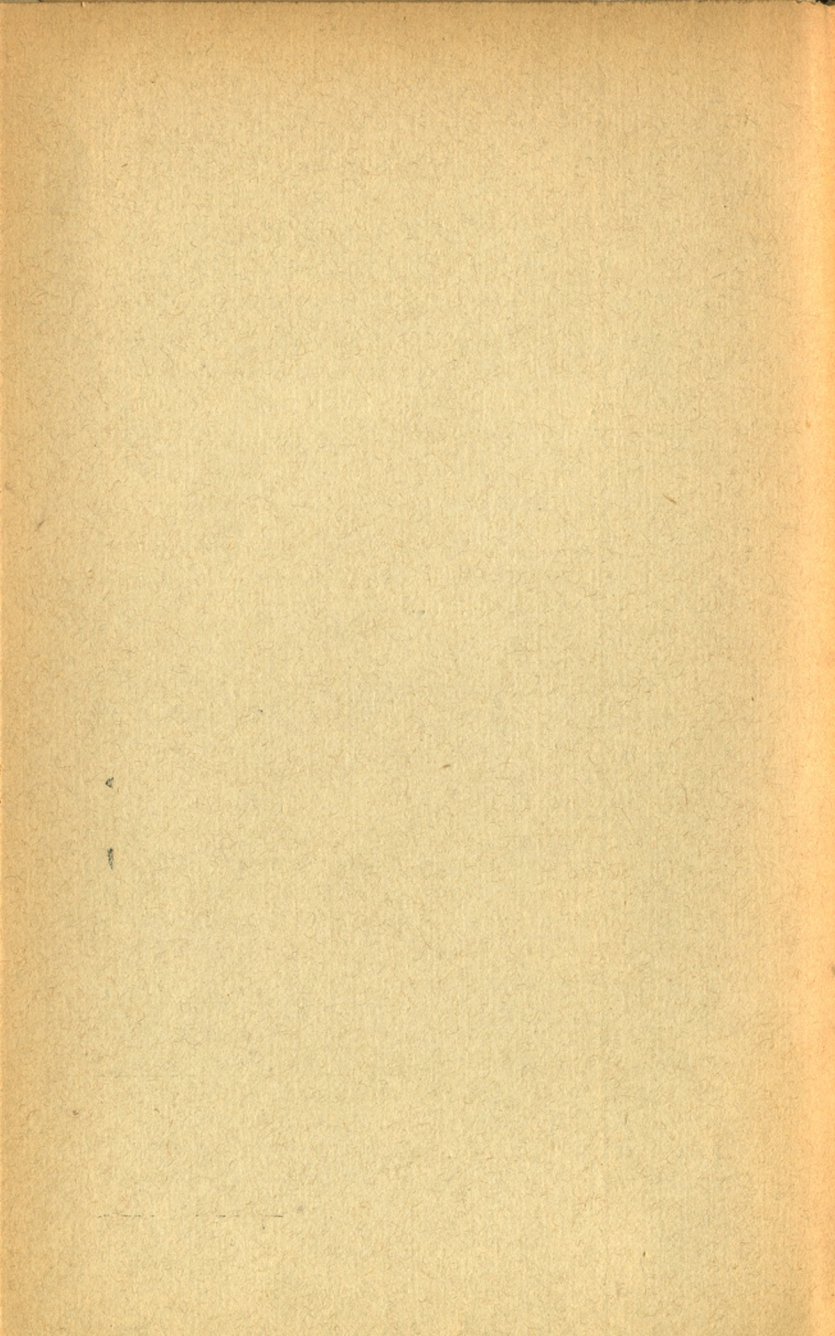
Właściwy więc tytuł tego ostatniego dzieła jest: „Chemia w życiu codziennem”, ale ponieważ

użył się już podobny tytuł Lewesa: „Fizyologia Życia Codziennego”, tłómacz zachował tę ostatnią formę.

Dzielo to powstało z dwunastu odczytów publicznych, wypowiedzianych przez autora, pod firmą królewieckiego „Towarzystwa odczytów popularnych”, zorganizowanego na wzór berlińskiej Akademii Humboldta.

Przekładu dla „Biblioteki Dzieł Wyborowych” dokonał, z upoważnienia autora, p. Maryan Stępowski, chemik, który już dał się poznać zaszczytnie z poprawnego wydania *Chemii Analitycznej* prof. Henryka Beckurts'a, ogłoszonej staraniem i nakładem Warsz. Tow. Farmaceutycznego w 25 rocznicę założenia tegoż Towarzystwa (1898).

Julian Œchorowicz.



## Wykład I.

---

Oddychanie.—Fizyka i chemia.—Ciężar powietrza.—Barometr.—  
Analiza powietrza.—Argon.—Ozon.—Różnica między powietrzem,  
wdychanem i wydychanem.— Stała ciepłota ciała.— Palenie.—  
Zapałki.— Żółty i czarny fosfor.

### *Panowie i Panie!*

W odczytach, których szereg dziś rozpoczyna-  
my, będziemy się starali wykazać, że zrozumienie  
różnorodnych zjawisk, spotykanych w życiu codzien-  
nem, możliwem jest tylko na podstawie pewnych  
wiadomości z dziedziny chemii.

Przy tej sposobności przekonamy się, że do  
wielu zjawisk, które wejdą w zakres naszych odczy-  
tów, tak przywykliśmy, tak nam się one wydają na-  
turalne i proste, że ich prawie wcale nie spostrzega-  
my i nie podejrzewamy nawet, aby pomiędzy nimi  
zachodził jakikolwiek związek.

Zacznijmy więc od czynności oddychania, od  
funkcyi ustawicznie przez nas wypełnianej, tak, że  
nawet życie człowieka możnaby określić, jako prze-  
strzeń czasu, zamkniętą pomiędzy jego pierwszym  
a ostatniem tchnieniem.

Dlatego też nasuwa się nam mimowoli pytanie:  
czem i dlaczego oddychamy? Oddychamy otaczają-

cem nas powietrzem — o tem wie każdy — ale czym jest właściwie to powietrze?

Ażeby dostarczyć niezbitego dowodu o rzeczywistości istnieniu powietrza, musimy wkroczyć na chwilę w dziedzinę fizyki.

Nauka ta, jak wiadomo, zajmuje się badaniem takich zjawisk przyrody, które nie pociągają za sobą materialnej zmiany danego ciała. Do takich zjawisk należą zajmujące nas obecnie badania ciężaru powietrza lub np. namagnetyzowanie sztabki żelaza, — przy czem cząsteczki metalu nie ulegają przecież żadnej zmianie.

Chemia zaś, przeciwnie: jej zadaniem rozjaśniać takie procesy, przy których substancja ulega przemianie. Nie obchodzą ją np. magnetyczne własności żelaza, ale za to jego rdzewienie, bo rdza zamienia żelazo na brunatno-czerwone ciało, łatwo dające rozcierać się pod palcami, a więc zupełnie różne od żelaza.

Chemik mniej troszczy się o to, jakim jest ciężar powietrza, przywiązuje zaś wagę do pytania, czy powietrze jest ciałem jednolitem, czy też złożonem.

Powróćmy jednak do naszego pierwotnego pytania: czy powietrze istnieje w rzeczywistości, czy też tylko w naszej wyobraźni? Bo co do tego ludzić się niepodobna: przy pomocy jedynie zmysłów nie możemy się przekonać, czy powietrze jest rzeczywiście ciałem. Wiele mówi się wprawdzie o jego ciężarze, ale rzadko kto jest w stanie zważyć daną ilość powietrza i określić np., ile kilogramów waży powietrze zawarte w pokoju, w którym się w tej chwili znajdujemy.

Ciężaru powietrza nie odczuwamy bezpośrednio. Wszak ruszamy ręką bez żadnego pozornie wysiłku i przenosimy się z miejsca na miejsce bez widocznego oporu. A pomimo, że te fakty sprzeciwiają się poniekąd twierdzeniu o ciężarze powietrza, to jednak każdy wie o tem dobrze, że ono coś waży. Prze-

konanie to ztąd pochodzi, że od dzieciństwa każdy z nas słyszy o tem, jako o niezbitym pewniku.

Wspomnieć tu wypada nawiasem, że uznajemy również za niezbite wiele innych faktów w przyrodzie, istoty których nikt nie podaje w wątpliwość, choć namacalnie przekonać się o nich niema możliwości. Jednym z takich faktów jest np. nauka o kulistym kształcie ziemi; każdy w tę prawdę świecie wierzy, choć do dziś dnia, pomimo wszelkich starań, nie udało się znaleźć sposobu, któryby z łatwością o tem twierdzeniu przekonywał zwykłego profana <sup>1)</sup>.

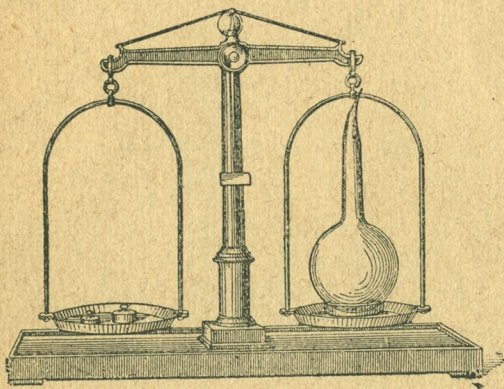


Fig. 1.

Co do pytania, które nas w tej chwili zajmuje, znajdujemy się o tyle w lepszych warunkach, że bez jakichkolwiek uprzednich wiadomości o ciężarze powietrza, a tem samem i o jego rzeczywistem istnieniu, z łatwością o tem przekonać się możemy.

W tym celu przystąpmy do wykonania następującego prostego doświadczenia. Na wadze umieść-

<sup>1)</sup> Jako najprostszy dowód kulistości ziemi podają zwykle zjawisko, że na morzu spostrzegamy najpierw szczyty ma-

my kolbę A i za pomocą ciężarków sprawdzimy równowagę. Należy zauważyć, że szyjka tej kolby, wyciągnięta w ostrą igłę, jest na końcu zatopiona i że w ten sposób zawartość naczynia jest zupełnie oddzielona od otaczającego powietrza. Nadmieniamy, że szyjka kolby została zatopiona dopiero po uprzednim usunięciu z niej powietrza za pomocą pompki

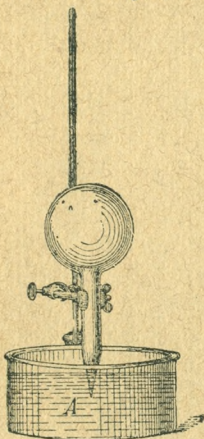


Fig. 2.

pneumatycznej. Jeśli teraz obciążkami odłamiemy ostry koniec szyjki, to szalka, na której znajduje się kolba, opadnie ku dołowi, chociaż przez odłamanie końca kolba nie mogła przecież zyskać na wadze. Przyczyną opadnięcia szalki jest powietrze, które przez otwór wtargnęło do kolby i powiększyło jej wagę w naszych oczach.

Jeżeli więc znamy pojemność kolby i jeżeli za pomocą ciężarków zrównoważymy obie szalki, to z zupełną łatwością będziemy mogli określić ciężar powietrza. Możliwie dokładne

doświadczenia dowiodły, że litr powietrza waży 1,295 grama.

Jeżeli powietrze jest ciałem, to musi na wszystkim, na czem spoczywa, wywoływać pewne ciśnienie. Teraz właśnie nadarza się nam sposobność

---

sztów zbliżającego się okrętu, co się tłómaczy przez kuliste wygięcie powierzchni ziemi. Ale przecież fakt ten dostrzegali starożytni Grecy i Rzymianie, a pomimo, że między nimi było tyle genialnych umysłów, żaden z nich na podstawie tego jedyne go faktu nie doszedł do właściwego pojęcia o kształcie ziemi. Z tego wynika, że dowód ten jest zupełnie niedostateczny i zauważono go dopiero wtedy, gdy na podstawie innych, ściśle naukowych badań, przekonano się niezbicie o kulistości ziemi.



przekonać się o tem za pomocą doświadczenia, równie prostego, jak poprzednie.

Bierzemy znów opróżnioną z powietrza kolbę, z szyjką zatopioną w kształcie igły, ostry jej koniec zanurzamy w wodę, jak to widać na figurze 2-giej, i utrzymujemy go pod wodą. W tej chwili zobaczymy, że woda gwałtownie wciska się do szyjki i wypełnia kolbę. Przyczyną tego jest ciśnienie masy powietrza na powierzchnię płynu, znajdującego się w naczyniu A, a że w opróżnionej kolbie płyn nie spotyka żadnego oporu, wciska się więc przez szyjkę i podnosi w niej do pewnej wysokości.

Gdybyśmy mieli zamiast kolby bardzo długą, opróżnioną z powietrza rurkę szklaną, z obydwoma końcami zatopionymi, przekonalibyśmy się, że po odłamaniu pod wodą jednego z jej końców, ciśnienie powietrza podniosłoby w niej ciecz przeszło na 10 metrów. Jeżeli zamiast wody użyjemy rtęci, która jest 13,5 raza cięższa od wody, to, naturalnie, ciśnienie powietrza podniesie ją tyleż razy niżej, co, wyrażone w okrągłych cyfrach, stanowi 760 milimetrów. Zatem, wypełniający rurkę słup rtęci wysokości 760 mm. równoważy ciśnienie powietrza i, stosownie do powiększania się i zmniejszania tegoż, opada lub podnosi się rtęć w rurce. W praktyce używamy tego rodzaju słupa rtęci pod nazwą barometru (od greckiego słowa βαρῦς), jako miary do oznaczania ciężkości, a właściwie ciśnienia powietrza.

Mamy zatem już dowody, że powietrze istnieje rzeczywiście, że ma pewną określoną wagę. Teraz stawiamy sobie pytanie, czy jest ono ciałem jednolitem, czy też złożonem?

Wiemy już, że nie jest rzeczą łatwą analizować, czyli badać części składowe czegośkolwiek, czego ani w ręce ująć, ani zobaczyć nie możemy — to też rozwiązanie tego zagadnienia, oddawna zapewne zaprzatającego umysły ludzkie, nastąpiło przed stu laty za ledwie.

W naturze istnieje wiele napozór skomplikowanych zjawisk, które, skoro ich istotę poznamy, okazażą się w rzeczywistości dość proste. Podobnież i w tym wypadku, bez uprzednich wiadomości chemicznych, możemy dowieść, że powietrze składa się conajmniej z dwóch części, mianowicie: jednej, która podtrzymuje palenie i drugiej, która tego nie czyni.

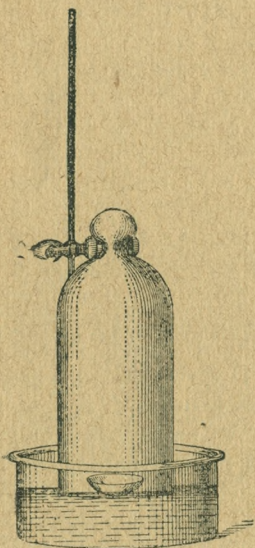


Fig. 3.

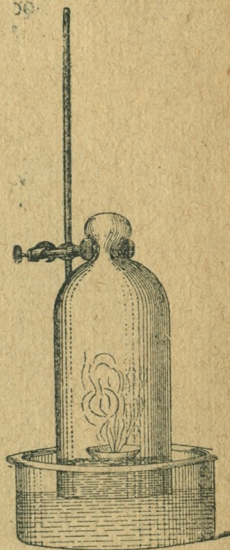


Fig. 4.

W tym celu robimy następujące doświadczenie. Pewną ilość powietrza odcinamy od otaczającej je masy powietrznej, zanurzając w wodę pusty klozszklany. Pod klozszem umieszczamy miseczkę, w której znajduje się odrobina fosforu. Po zapaleniu go i nakryciu klozszem, fosfor będzie jakiś czas gorzał żywym światłem, łącząc się z jedną częścią zamknię-

2286  
282

tęgo pod kloszem powietrza,—potem zgaśnie. Przez ten czas ciśnienie powietrza na wodę, nieobjętą kloszem, wpycha do jego wnętrza ilość płynu, równą części powietrza, pochłoniętej przez palenie.

Jeżeli teraz zbadamy tę resztę powietrza, jaka pozostała pod kloszem, to przekonamy się, iż różni się ono znacznie od tego, które nas otacza. Najważniejsza różnica jest ta, że powietrze, zawarte w kloszu, nie podtrzymuje wcale palenia, gaśnie w niem nawet tak łatwo palne ciało, jak fosfor. Wogóle zachowuje się ono bardzo obojętnie względem wszelkich ciał, to jest nie dąży do łączenia się z niemi dla wytworzenia nowych związków. Tę część powietrza nazywamy *azotem*.

Druga składowa część powietrza, która przy naszym doświadczeniu połączyła się z fosforem, pomimo, że nie posiada kwaśnego smaku ani zapachu, nosi miano kwasorodu albo *tłenu*, bo podtrzymuje tlenie, czyli palenie. Nazwę kwasorodu nadał jej sławny chemik Lavoisier, który pierwszy odkrył, tlen był bowiem tego mylnego przekonania, że kwasoród znajdować się powinien we wszystkich kwasach. W przeciwstawieniu do azotu, gaz ten nadzwyczaj łatwo łączy się z innymi ciałami. Byliśmy świadkami palenia się płomieniem fosforu, które to palenie, również jak i wszelkie inne, w życiu codziennem spotykane, on właśnie spowodował.

Pozatem tlen łączy się powoli, bez płomienia, z bardzo wielu ciałami. Tak niepożądana dla gospodyń rdza na żelazie, o której już wyżej wspominaliśmy, jest właśnie powolnem zamienianiem się żelaza na tlenik żelaza, to jest rdzę, jak go pospolicie nazywają.

Tęgo rodzaju połączenia, zachodzące pomiędzy tlenem i całym szeregiem innych ciał, z którymi będziemy mieli sposobność zapoznać się dalej, wyraz „palenie” określa niedokładnie, ponieważ łączymy

z nim zazwyczaj pojęcie ognia, płomienia. Chemia dla tego procesu ma też inne określenie, mianowicie nazywa to *utlenianiem* lub *oksydowaniem*. Ten ostatni wyraz pochodzi od łacińskiej nazwy tlenu: *Oxygenium*, którą znów wyprowadzają od greckiego: οξύς, ostry. Tak często obijający się o uszy wyraz „tlenek“ lub „tlennik“ oznacza zatem połączenie jakiegoś ciała z tlenem: „tlenek ołowiu“ będzie połączeniem tlenu i ołowiu; pod terminem „nadtlenek ołowiu“ rozumieć należy także połączenie, tylko z podwójną ilością tlenu i t. d.

Jeżeli otaczające nas powietrze zbadamy podług najściślejszych metod, jakie nam nauka podaje, to prócz tlenu i azotu, znajdziemy w nim zawsze niewielką ilość pary wodnej i kwasu węglanego, o którym jeszcze pomówimy niżej. Jeżeli zechcemy określić, ile tych ciał znajduje się w stu częściach powietrza, to otrzymamy następujące cyfry:

Azotu . . . . .	78,35	części
Tlenu . . . . .	20,77	„
Pary wodnej . . . . .	0,85	„
Kwasu węglanego . . . . .	0,03	„
	<hr/>	
	100,00	części

Chemicy nazywają zwykle te, na sto obliczone części procentem, mówią więc np.: powietrze zawiera 78,35 procentu azotu i t. d.

Niedawno odkryto, że azot, dobyt z powietrza sposobem chemicznym (poznaliśmy przed chwilą najłatwiejszy, zasadzający się na spalaniu fosforu w niewielkiej, zamkniętej w kloszu ilości powietrza), dotąd uważany za ciało jednolite, posiada małą przymieszkę nieznanego dotąd pierwiastku w postaci gazu, nazwanego *argonem* przez chemików angielskich, którzy go odkryli.

Że powietrze posiada własność pochłaniania wilgoci i pozbywania się następnie jej nadmiaru w po-

staci deszczu, jest to, jak zapewne wszyscy wiedzą, fakt nadzwyczaj ważny w gospodarstwie natury. W życiu codziennem korzystamy bezustannie z tej cennej jego własności, na niej bowiem polega wysychanie upranej bielizny, wymytej podłogi i t. d.

Musimy tu wspomnieć o jednej jeszcze modyfikacyi tlenu, spotykanej w powietrzu, która nosi nazwę *ozonu*. Stosunek ozonu do zwykłego tlenu wyjaśnimy wtedy dopiero, gdy przyswoimy sobie dokładnie pojęcie atomu tak, jak je chemicy rozumieją.

Kiedy już poznaliśmy skład powietrza, stawiamy sobie pytanie: czemu jest ono dla nas niezbędne do życia?—bo przecież wiemy z codziennego doświadczenia, że brak powietrza sprowadza uduszenie, śmierć.

Oddychanie odbywa się w następujący sposób: powietrze, które zupełnie nieświadomie wdychamy, dochodzi do płuc i tam łączy się z krwią poprzez cienkie ścianki żyłek, w których krew krąży. Błonki tych żyłek, dość gęste, aby zatrzymać krew, tlen przepuszczają wybornie.

W nauce takie przenikanie gazów nazywa się *dyfuzją*. Krew więc poprzez tkanki łączy się z tlenem, pochłania go, a za to pozbywa się kwasu węglanego, w który obfituje powietrze, wydychane, jak o tem za pomocą bardzo łatwego doświadczenia przekonać się możemy.

W tym celu spróbujmy wciągać powietrze przez czystą, filtrowaną wodę wapienną, przyłożywszy usta do rurki A (fig. 5).

Bardzo nieznaczna ilość kwasu węglanego, zawartego w powietrzu, która w ciągu krótkiego trwania naszego doświadczenia dostanie się do płynu, daje się zaledwie przez słabe zmętnienie zbliżka zauważyć; jeśli jednak przez rurkę B (fig. 6) wpuścimy do wody powietrze wydychane, płyn zmaćni się tak wyraźnie, że nawet zdaleka zmętnienie to zobaczyć można. Mącenie się płynu polega na tem, że za-

warte w nim wapno łączy się z kwasem węglanym i tworzy nierozpuszczalny w wodzie węglan wapnia, który pływa w niej w postaci białego proszku. Jak znaczna, stosunkowo do wdychanego powietrza, jest zawartość kwasu węglanego w powietrzu wydychanem, dowodzą następujące cyfry analityczne, otrzymane, dla ścisłości, po uprzednim wysuszeniu powietrza:

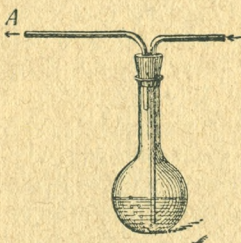


Fig. 5.



Fig. 6.

Azotu . . . . .	79,58	części
Tlenu . . . . .	16,04	„
Kwasu węglanego .	4,38	„
	<hr/>	
	100,00	części

Ilość tlenu zmniejszyła się zatem mniej więcej o jedną piątą, a ilość kwasu węglanego powiększyła się około stu czterdziestu razy.

Tlen, pochłonięty przez krew, obiega z nią razem całe ciało, działając w sposób sobie właściwy. Utlenia on mianowicie cząsteczki węgla rozmaitych ciał, powstających ciągle wskutek przyjmowania pokarmów i zamienia je na kwas węglany, który, jak wiadomo, jest gazem. W drodze powrotnej do płuc krew zabiera z sobą utworzony w ten sposób gaz węglany, zawarty w różnych częściach ciała

a więc i w tkankach i t. d., w płucach pozbywa się go, a natomiast nasyca się tlenem. Krew, wypływająca z płuc, z powodu przesylenia tlenem, posiada znaną ogólnie piękną, czerwoną barwę, — krew zaś, która płynie do płuc i obfituje w kwas węglany, odznacza się kolorem ciemno-brunatnym.

Nieustanne utlenianie, które skutkiem oddychania, następuje w naszym ciele, jak każde palenie (bo ostatecznie: palenie, utlenianie, oksydacja, to tylko różne nazwy dla jednej i tej samej rzeczy), jest połączone z pewnem podniesieniem temperatury; w ten sposób zdobyte ciepło utrzymuje stale w naszym ciele ciepłotę normalną 37° Celsjusza.

Jeżeli weźmiemy pod uwagę, że obieg krwi, od jej wyjścia z serca aż do powrotu do tegoż, trwa u człowieka zaledwie 10 sekund, to łatwo zrozumiemy, że nasza temperatura z łatwością utrzymać się może równomiernie we wszystkich częściach ciała, chociaż znaczną część naszego ciepła oddajemy na rzecz chłodniejszego powietrza, które nas otacza. Choć dopiero w piątym z kolei wykładzie dowiemy się o ilości węgla, jaką w tym celu spalić musimy, jednak już z powyższego ustępu osądzić można, że zapas węgla w naszym ciele, nie zasilany dostatecznie, rychłoby się wyczerpał, gdybyśmy nie podtrzymywali go przyjmowaniem odpowiednich pokarmów w wystarczających ilościach.

Zanim przejdziemy do pokarmów, przedmiotu, który, jako główna podstawa życia, jest dla nas wielkiej wagi, zajmiemy się jeszcze pokrótce paleniem, a następnie dopiero połączonem z niem zjawiskiem ognia, bo jedno i drugie wywołuje tlen, który właśnie przed chwilą poznaliśmy.

Do palenia używamy zwykle materiałów, bogatych w węgiel; tak np. od czasów niepamiętnych służyło za opał drzewo i torf; w nowszych czasach zaczęto posługiwać się węglem kamiennym, ligni-

tem i t. d. Proces palenia polega głównie na łączeniu się węgla z tlenem powietrza, przyczem powstaje kwas węglany, a nieznaczna ilość wodoru spala się i tworzy wodę.

Na zimno węgiel wcale nie łączy się z tlenem; jeżeli jednak raz proces rozpocząć, to podatny materiał pali się w dalszym ciągu; płonące części wytwarzają taką temperaturę, że i sąsiednie cząsteczki rozgrzewają się wystarczająco, ażeby zapalić się płomieniem, to jest, są tak gorące, że węgiel może się połączyć z tlenem.

Nie możemy tu wchodzić w szczegóły najnowszych ulepszeń celem możliwie dokładnego wyzyskania materiałów opałowych; w wykładzie jedenastym, gdy przyjdzie kolej na metalurgię i sposoby otrzymywania żelaza, pomówimy również i o tych wynalazkach.

A teraz przejdziemy do pytania: jak zapalają się materiały opałowe, a zwłaszcza, w jaki sposób wywołać można ogień? Jest to czynność bardzo łatwa od czasu, jak używamy zapalek, ale te ostatnie znane są zaledwie od lat 60. Pozostanie zapewne na zawsze niewyjaśnionem, czy człowiek przedhistoryczny przez tarcie kawałków drzewa doszedł do posiadania ognia, czy też zawdzięczał to odkrycie przypadkowi (np. piorunowi), który zapalił drzewo.

Naturalnie, otrzymanie ognia przez tarcie jest zupełnie możliwe. Wielu podróżników zauważyło u dzikich plemion dotąd przechowany ten starożytny sposób rozniecania płomienia. Wymaga on jednak kawałków drzewa tak suchych, jakich w naszych strefach znaleźć prawie niepodobna. Z powodu trudności, z jakimi było połączone częste wywoływanie ognia, powstała dbałość o utrzymanie go ciągle, dlatego też u ludów starożytnych ognisko, to jest miejsce, gdzie ten skarb przechowywano, uważano za świętość.



Zaledwo w średnich wiekach wynaleziono łatwiejszy sposób dobywania ognia: iskry, otrzymywane przez uderzanie kawałkiem stali o krzemień, zbierano na hubkę lub wysuszoną gąbkę i w ten sposób wzniesano płomień.

Od początku tego stulecia datują się próby, aby jeden z chemicznych sposobów sztucznego wywołania ognia,—a tych jest bardzo wiele, —zrobić dostępnym do codziennego użytku.

Póki nie pomyślano o użytkowaniu fosforu <sup>1)</sup>, co należy odnieść się do lat trzydziestych, próby te były nadzwyczaj nieudatne i wszelkie usiłowania w tym kierunku rozbiły się o trudności techniczne, przyrządy były nieraz wprost niebezpieczne.

Młody węgierski technik, Jan Irinyi, zachęcony doświadczeniami z fosforem, których był świadkiem na jakimś odczycie, wpadł na myśl wyrobu rozpałek. Drewnienka z zanurzonemi w siarce końcami były już w powszechnem użyciu; otóż Irinyi dla łatwego przenoszenia ognia, umocował na siarce, jeszcze odrobinę fosforu — i prawdziwe zapalki były gotowe. Fosfor zapala się, jak wiadomo, już przez lekkie potarcie, cgień wtedy przenosi się na siarkę, a z tej na drewnienko. Naturalnie w praktyce wykonanie dobrych zapalek jest rzeczą o wiele trudniejszą. Od czasu też wynalazku Irinyi'ego wielokrotnie ulepszano ich fabrykację.

Do materyałów palnych (siarka i fosfor) nic nie dodano, ale użytkowano ich poboczne własności i wytworzono nakoniec tak zwane szwedzkie zapalki.

Fosfor jest bardzo silną trucizną, to też niebezpiecznem było rozpowszechnić go wśród pu-

---

1) O zastosowaniu fosforu do zapalania ognia spotykamy pierwszą wzmiankę w „Journal de l'Empire“ z dnia 20 go Vendemiaire'a roku 14 (12 października 1805 r.).

bliczności, a i sama fabrykacja zapalek zwyczajnych jest rzeczą wysoce niezdrową, jak tego dowodzą ciężkie choroby kości, panujące wśród robotników, zajętych w tej gałęzi przemysłu.

Fosfor zwyczajny jest żółty, posiada jednak szczególną własność, że zamienia się w czerwony proszek, gdy go ogrzewać do  $250^{\circ}$  w zamkniętem naczyniu np. w kotle o szczelnie przystającej pokrywie, gdyż na wolnem powietrzu spaliłby się z łatwością. Następujące doświadczenie przekona nas, że tak jest w istocie. W zatopionej rurce A (fig. 7) znajduje się odrobina żółtego fosforu; zawieszamy ją w innej, szerszej rurce, w której znajduje się pewna ilość płynu wrzącego przy  $250^{\circ}$ . Gdy pod wpływem płomienia ciecz zacznie wrzeć, pary, otaczające rurkę A, doprowadzą ją do temperatury  $250^{\circ}$ , a wtedy zobaczymy, że żółty fosfor zamieni się w czerwoną masę.

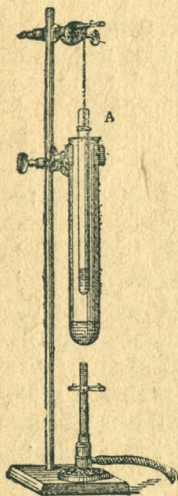


Fig. 7.

Fosfor czerwony nie jest trucizną i o wiele trudniej się zapala, — samo tarcie do tego nie wystarcza. Płonie wtedy tylko, gdy go pocierać o ciała, bardzo w tlen bogate. Mieszanka, pokrywająca np. łepki szwedzkich zapalek, składa się z 32 części chloranu potasu, 12 części chromianu potasu, 32 części nadtlenku ołowiu i 34 części siarku ołowiu. Trzy pierwsze z tych substancji odznaczają się właśnie obfitą zawartością tlenu. Gdy więc umocowaną na drewnku, bogatą w tlen mieszaninę pocierać o powierzchnię, pokrytą czerwonym fosforem, a w danym razie będzie nią powierzchnia pudełka od zapalek, to na miejscu tarcia wybuchnie płomień, który się następnie przeniesie na drewnko.

Jeżeli przyrządzimy sobie odrobinę miesza-  
niny, jaka pokrywa łąpki szwedzkich zapalek (przy-  
czem musimy zachować pewne ostrożności, gdyż  
masa ta łatwo eksploduje) i zapalimy ją, to masa  
wybuchnie i spali się w naszych oczach niebieska-  
wym płomieniem, który zwykle towarzyszy zapala-  
niu szwedzkich zapalek.





## Wykład II.

---

Istota płomienia. — Świece. — Skład chemiczny tłuszczów. — Oleje. — Nafta. — Węglowodory. — Pierwiastki. — Czterowartościowość atomu węgla. — Wzory chemiczne. — Atom i cząsteczka. — Destylacja. — Eter naftowy. — Waselina. — Parafina. — Fabrykacja gazu oświetlającego i produkty poboczne, przy niej otrzymywane. — Jeszcze o istocie płomienia. — Gotowanie na gazie. — Światło żarowe.

Palenie substancji, zawierających węgiel, służy nam nie tylko do wytwarzania ciepła, lecz daje również i światło. Ale płomień i światło, jak się o tem wkrótce przekonamy, mogą dać tylko takie ciała, które przy paleniu zamieniają się w gazy lub pary. Substancje, zawierające węgiel w znacznych ilościach, jak np. drzewo, węgiel kamienny, łój i t. p., palą się płomieniem dlatego właśnie, że pod wpływem gorąca powstają z nich palne gazy i pary. Płomień więc jest niczem innym, jak palącą się mieszaniną gazów, wydobytych z materiałów opałowych przy wysokiej ciepłocie.

Zapalamy kawałek drzewa—pali się on płomieniem. Jeżeli jednak poprzednio pozbawimy go wszystkich części lotnych, silnie ogrzewając bez dostępu powietrza, tak, że zamieni się w t. zw. węgiel drzewny, to przekonamy się, że ów węgiel nie będzie się już palił płomieniem, ponieważ nie posiada części lotnych.

Możemy też, postępując w sposób niżej opisany, wyciągnąć niejako ów gaz wprost z płomienia, np. z płomienia świecy, a następnie oddzielnie go zapalić. W tym celu w płomień wprowadzamy rurkę szklaną, ostrym, w szpic wyciągniętym końcem, drugiej jej koniec (patrz fig. 8) umieszczamy w korku, zamykającym naczynie cylindryczne, napełnione wodą. Inna rurka szklana przechodzi przez korek i kończy się tuż przy dnie naczynia, z drugiej zaś strony łączy z długim węzłem gumowym, który jest napełnio-

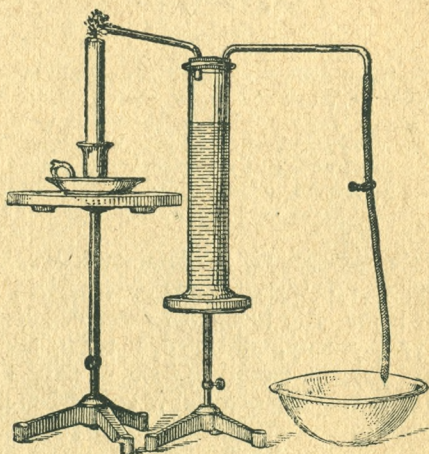


Fig. 8.

ny wodą i może wskutek tego służyć za lewarek. Gdy teraz uchylimy trochę ściskacz, zamykający rurkę gumową i pozwolimy wodzie wyciekać powoli, to u zastrzonego końca rurki nastąpi wsysanie, skutkiem czego część gazów i par przejdzie do cylindra, płomień zaś, pozbawiony pewnej ilości substancji palnych, znacznie się zmniejszy. Trzeba ostrożnie i powoli wypuszczać wodę, aby wsysanie nie było zbyt gwałtowne i nie wprowadziło do cylindra

powietrza. Gdy naczynie już napelni się gazami, otwieramy korek i zawartość cylindra, zatem gazy wyciągnięte z płomienia świecy, zapalamy, — płoną one spokojnie i równo, co potwierdza wyraźnie nasze przypuszczenie, że wewnątrz świecącego płomienia znajdują się gazy palne.

A teraz zajmiemy się trzema materiałami, które służą głównie do oświetlania. Są nimi: świece, oleje, nafta i gaz oświetlający. O elektryczności, jako źródle światła, przemilczamy, gdyż niema ona z chemią nic wspólnego, przynajmniej w zakresie tych pogadanek.

Świece należą do grupy ciał stałych, używanych do oświetlania. W dawnych czasach stapiano w naczyniu łój, czyli topiony tłuszcz zwierzęcy, i zalnurzano w nim knot; czynność tę powtarzano póty, póki warstwa tłuszczu nie osiadła w ilości wystarczającej do utworzenia t. zw. łojówki. Dawała ona światło, według dzisiejszych wymagań bardzo niedostateczne, ciągle trzeba było niedopalonego knota obcinać szczypcami specjalnego kształtu, które dziś już znamy tylko z opowieści. Że obcinanie knota było konieczne, możemy się przekonać z tej oto świeczki, zapalonej na początku wykładu.



Fig. 9.

Przyczyna złego palenia się świecy była następująca. Wiemy już, że wskutek wysokiej temperatury łój zamienia się w gaz. Dzieje się to naturalnie wokoło knota, który nasiąknął roztopionym tłuszczem, a paląc się, dostarczał odpowiedniego ciepła do przemiany łaju w ciało lotne. Gazy mieszają się z powietrzem i palą, przekształcając węgiel na kwas węglany, wodór na wodę.

Knot jednak nie styka się bezpośrednio z powietrzem, bo go otaczają dążące ku gorze gazy, zwęglą się on tylko pod wpływem gorąca, lecz płonąć nie może dla braku tlenu. Po pewnym przeciągu

czasu na knocie nagromadza się zbyt gruba warstwa węgla i to przeszkadza jasnemu paleniu się świecy.

Po obcięciu knota łożówka znów wydaje dostateczną ilość światła.

Czynność ta na razie nie wydaje się może tak mozolną, bo nie próbowaliśmy jej nigdy i nie wiemy, jak nieznośnem było częste oczyszczanie knota, — ale w owym czasie wynalezienie innego sposobu oświetlenia było powszechnem pragnieniem.

Rzeczywiście, musiało być niezbyt przyjemnie przerywać sobie wieczorne czytanie przynajmniej co pół godziny dla obcięcia knota, a nie można było tego zaniedbywać, bo świeca nieoczyszczona dawała tak mało światła, że niepodobna było przy niej czytać.

A czasy to przecież nie tak bardzo dalekie, bo nie więcej nad czterdzieści lat temu!

Łojówki robiono z tłuszczu w stanie naturalnym.

Badania chemiczne nad łożem, rozpoczęte w końcu zeszłego stulecia, doprowadziły do dzisiejszych świec stearynowych.

Badania te dowiodły, że wszystkie tłuszcze zwierzęce i roślinne można rozłożyć na dwa główne składniki, mianowicie: na kwasy tłuszczowe i glicerynę.

W tłuszczu zwierzęcym, np. wołowym, połączone są z gliceryną trzy kwasy tłuszczowe, które otrzymały nazwę: stearynowego, palmitynowego i oleinowego. Dwa pierwsze kwasy są ciałami stałymi, ostatni zaś jest płynnym. Im więcej jakiś tłuszcz zawiera kwasu oleinowego, tem rzadsza jest jego konsystencja. Tak np. szmalec gęsi i wieprzowy bardzo wiele ciała tego zawierają.

Tłuszcze dają się dość łatwo fabrycznym sposobem rozłożyć na obydwie części składowe. — Mieszanie wszystkich trzech kwasów tłuszczowych wy-



tlacza się za pomocą pras, skutkiem czego znaczna ilość kwasu oleinowego zostaje wyciśnięta.

Pozostała biała masa, składająca się z kwasu stearynowego i palmitynowego, oczyszczona starannie, jest materiałem, z którego robią świece stearynowe. Przed wlaniem masy tej do form dodają zazwyczaj 10 procent parafiny, przez co osiąga się równomierną, a tak pożądaną białość świec. Mieszanka stearyny i palmityny często bardzo, a zwłaszcza w zimie, krystalizuje, wskutek czego na świecach ukazałyby się smugi, — dla uniknięcia tego właśnie dodawana bywa przymieszka parafiny. Knot lojówki składa się wprost z nici; w świecy stearynowej jest on udoskonalony podług prostego, lecz wybornej pomysłu Cambacérès'a, mianowicie nitki zastąpiono tu skręconym sznurkiem. Taki skręcony knot jest sztywny, a wskutek pewnego naprężenia pojedynczych nitki, sterczy ponad płomieniem i spala się; zwęglony jego koniec styka się z tlenem powietrza i podobnie jak materiał palny, zużywa się całkowicie.

Obcinanie knota jest tu więc zbyteczne i świeca stearynowa pali się równo i jasno bez wszelkiej pomocy.

Do świec lojowych nie można używać knotów sznurkowych z tego względu, że knoty te, przechylając się w jedną stronę, spowodowałyby nierównomierne stapianie miękkiego materiału.

Oprócz tych dwóch odmian świec znamy jeszcze świece woskowe, czyli t. zw. przez lud gromnicę. Wosk, jako tłuszcz zwierzęcy, zbliżony jest bardzo składem chemicznym do stearyny i loju. Składa się on mianowicie, również jak i tamte, z kwasów tłuszczowych i z alkoholu; w pojęciu chemicznym bowiem gliceryna należy do grupy alkoholów.

Wosk jest mieszaniną kwasów: cerotynowego i palmitynowego, w połączeniu z alkoholem myrcylo-

wym; ponieważ jest twardszym niż lój, więc świeco z niego wyrobione są cenniejsze.

Przed trzydziestu jeszcze laty do oświetlania używano głównie oliwy i oleju rzepakowego; zapalano je przy pomocy knotu, zanurzonego w odpowiedni płyn. Pod względem chemicznym oleje te są ściśle spokrewnione z poprzednimi tłuszczami. Składają się one również z kwasów tłuszczowych i gliceryny i są przy zwykłej temperaturze płynne.

Zupełnie czem innym jest za to nafta, dziś tak powszechnie w miejsce oleju używana.

Nafta jest mieszaniną *węglowodorów*. Z wyrazem tym dziś tak często spotkać można nawet w dziennikach politycznych, że uważamy za właściwe poświęcić chwilkę czasu, aby wyjaśnić jego znaczenie i poznać stronę chemiczną.

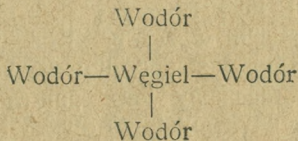
W chemii często jest mowa o *pierwiastkach*, czyli *elementach*. Pod tym wyrazem rozumiemy te składowe części ciał, których, pomimo wszelkich usiłowań, dotąd nie udało się bardziej rozłożyć. Takich pierwiastków znamy około siedmdziesięciu. Z większością ich bardzo rzadko spotykamy się w przyrodzie. Mniej więcej zaledwie dwadzieścia pierwiastków gra pewną rolę w życiu codziennem i z tych niewielu cegiełek zbudowany jest świat, z którym zazwyczaj mamy do czynienia. Dowodzi to jeszcze, jak nieskończona być musi rozmaitość ich związków, między sobą i tak też jest w istocie.

Pierwiastkiem, który posiada w stopniu wyższym niż inne, skłonność do łączenia się z drugimi ciałami, jest *węgiel*. Ilość związków, jakie tworzą atomy węgla pomiędzy sobą lub z atomami innych pierwiastków, jest większa niż razem wzięte wszystkie połączenia pozostałych elementów.

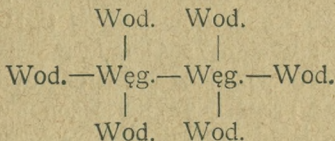
Z pomocą węgla natura stworzyła ciała najbardziej skomplikowane ze wszystkich, a mianowicie istoty żyjące. Dlatego to węgiel znajduje się we wszystkim, co jest wytworem życia, zarówno w pestce jabłka,

mięsie zwierzęcia, czy jego szkieletu, bo i ten składa się ze związków węgla i t. d.

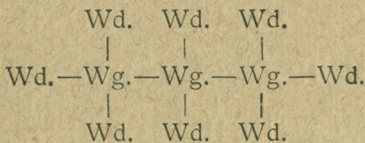
Niezliczoną ilość połączeń węgla można ująć łatwo w pewien zrozumiały system, jeśli za punkt wyjścia weźmiemy jego związki z wodorem. Jeden atom węgla jest w stanie utrzymać cztery atomy wodoru, czyli, jak mówią chemicy, jest czterowartościowy. Jeżeli przedstawimy to poglądowo, otrzymamy mniej więcej następujący schemat:



Wspominaliśmy już, że atomy węgla mogą się również łączyć w łańcuch między sobą, a ta wiadomość dozwala nam poznać takie węglowodory, w których jedno atomy węgla łączą się z drugimi, a te ostatnie znów wiążą się z atomami wodoru.



albo

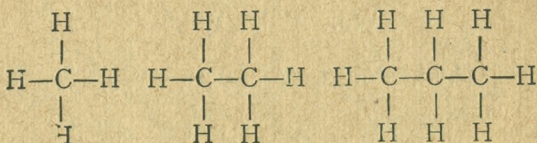


Połączyliśmy tu dwa i trzy atomy węgla, a mogliśmy łańcuch ten przedłużyć i dalej. W prac-

wniach chemicznych ułożono podobne łańcuchy aż do sześćdziesięciu atomów węgla. Takie szeregi mogą się w różne strony rozgałęziać, mogą nawet zamykać się, jak pierścień; jednym słowem, ilość węglowodorów, jakie istnieć mogą, jest niezliczona. Ostatni z naszych wykładów poświęcimy specjalnie związkoni, których atomy grupują się między sobą w kształt pierścienia. Zasluguja one na szczególną uwagę z naszej strony z tego względu, że wiele z tych ciał posiada własności lecznicze.

W schematach wyżej przytoczonych dla obydwóch pierwiastków z początku używaliśmy całych nazw, potem skracaliśmy je stopniowo, w ostatnim zaś przykładzie użyliśmy tylko dwóch liter, a jednak jasność wzoru chemicznego nic na tem nie ucierpiała. Bo sposób, w jaki nakreśliłiśmy trzeci z rzędu węglowodór, jest już prawie wzorem chemicznym. Gdyby chemia rozwijała się tylko w naszym kraju, chemicy tak, a nie inaczej, wzórby ten napisali.

Chemia jednak, jak i każda nauka, rozwija się we wszystkich krajach cywilizowanych i dlatego skróconą nazwę węgla *C* wzięto od łacińskiego wyrazu *Carbo*; dla wodoru zaś używana jest litera *H* od *Hydrogenium*. Jeżeli użyjemy obydwóch liter do skrótów, to trzy przez nas przytoczone wzory będą wyglądały tak, jak je spotykamy we wszystkich podręcznikach chemii:



Chemicy nazywają te trzy węglowodory:

Metan

Etan

Propan

Znaczna liczba węglowodorów z „prostymi łańcuchami węglowymi,” których wzory początkowe tu wypisaliśmy, znajduje się w nafcie amerykańskiej.

Pierwszy związek z tego szeregu szczególnie obfituje w wodór, który jest najlżejszym z istniejących pierwiastków. *Metan* jest to gaz, który powstaje np. przy gniciu w wodach stojących, dlatego też znaczna jego ilość wydobywa się z błot i bagnisk. Z tego powodu dawniej nosił on nazwę *gazu błotnego*<sup>1)</sup>; dziś chemicy nazywają go metanem.

Wydobycie gazu tego z błota przedstawia mniej trudności, niżby się to na razie zdawało. Należy tylko szeroki lejek włożyć w bagno szerszym otworem na dół, a tworzące się pod nim pęcherzyki gazu będą się przedostawały do przystosowanych odpowiednio aparatów, w których gaz można zbierać.

Następny węglowódor, etan, którego cząsteczka (patrz niżej) obejmuje już sześć atomów wodoru, jest jeszcze gazem, podobnie, jak i ośmioatomowy propan. Ten ostatni znajduje się w ropie naftowej.

Zanim przejdziemy do następnych spostrzeżeń, musimy objaśnić dopiero co użyte wyrażenie „cząsteczka.” Najmniejsze niepodzielne części pierwiastków nazywamy atomami, od greckiego wyrazu, który znaczy dosłownie niedziałka.

<sup>1)</sup> Znany włoski przyrodnik Volta przekonał się już w 1776 roku, jak się o tem dowiadujemy z listu jego do przyjacielnego z nim uczonego francuskiego, że każde bagno wydziela ten gaz palny, zatem, jakbyśmy to dziś powiedzieli, jest do pewnego stopnia fabryką gazową.

(Przy tej sposobności wspominamy, że od nazwiska tego przyrodnika napięcie prądu elektrycznego nazywamy *woltą*, ilość zaś tych ostatnich oznacza się wyrazem *amper*, na cześć wielkiego fizyka francuskiego, *Ampère'a*. Nazwy te są dziś ogólnie rozpowszechnione wśród szerokiej publiczności, od czasu wprowadzenia oświetlenia elektrycznego). Dokładną analizę gazu błotnego, na mocy której wiemy z pewnością, że składa się on z czterech atomów wodoru i jednego atomu węgla, zrobiono dopiero w czterdzieści lat po odkryciu Volty.

Wszystkie ciała złożone muszą w najmniejszych nawet częściach składać się z kilku atomów—i taką właśnie najmniejszą część ciała złożonego nazywamy cząsteczką. Najmniejsza więc część węgłowodoru, jaką tylko sobie przedstawić możemy, jest zatem cząsteczką, bo zawsze składa się z dwóch pierwiastków: węgla i wodoru.

Węgłowodór, zawierający cztery atomy węgla, jest płynem, który jednak wre już przy  $1^{\circ}$ . Im więcej atomów węgla w cząsteczce węgłowodoru, tem wyżej podnosi się punkt wrzenia i tak np., znajdujący się w nafcie heksan, który zawiera sześć atomów węgla, wre dopiero przy  $70^{\circ}$ . W miarę powiększania się liczby atomów węgla, konsystencya związków staje się coraz gęstsza, aż w końcu przechodzi w stan twardy.

W ropie naftowej węgłowodory znajdują się w bardzo znacznej ilości. Przez destylowanie, czyli ogrzewanie w przyrządzie, jaki nam wyobraża fig. 10, węgłowodory można z ropy wydobyć pojedynczemi grupami. Najpierw przechodzą będą te części ropy, które w stanie swobodnym, przy zwykłej ciepłocie, mają postać gazu i w chłodnicy skroplić się nie dadzą. Po nich dobywać się będą węgłowodory, które przy podniesionej temperaturze zamieniają się w gaz, lecz w przyrządzie ochładzającym mogą być napowrót sprowadzone do stanu płynnego. Te ostatnie części ropy naftowej znajdują się w handlu pod nazwą eteru naftowego.

Eter często przyczynia się do wybuchów, a to z następującego powodu. Przy łatwości, z jaką się ulatnia, eter nadzwyczaj szybko rozprasza się w powietrzu, zawartem, dajmy nato, w pokoju. Jeżeli mieszanina powietrza i węgłowodoru zetknie się z płomieniem, to węgłowodór złączy się gwałtownie z tlenem, w który obfituje powietrze, powstanie kwas węglany i woda, a to nagłe spalanie spowoduje wybuch. Eter bywa często używany do wywabiania

Rycina obok przedstawia aparat destylacyjny, używany zazwyczaj w pracowniach chemicznych. W kolbie, ogrzewanej przez płomień gazowy, z wrzącego płynu powstają pary, które, podnosząc się, dosięgają rurki z boku kolby i przez nią przedostają się do chłodnicy. Chłodnica składa się z wąskiej rurki, włożonej w drugą szerszą, przez którą z wodociągu przepływa nieustannie strumień zimnej wody. Wskutek takiego ochładzania pary skraplają się i spływają powoli do odbieralnika. Umieszczony w kolbie termometr pozwala określać ciepłotę, przy jakiej następuje destylacja. W fabrykach (patrz str. 140) posługują się takimiż przyrządami, lecz zastosowanymi do produkcji na wielką skalę i wtedy cały przyrząd, zamiast ze szkła, zbudowany jest z metalu.

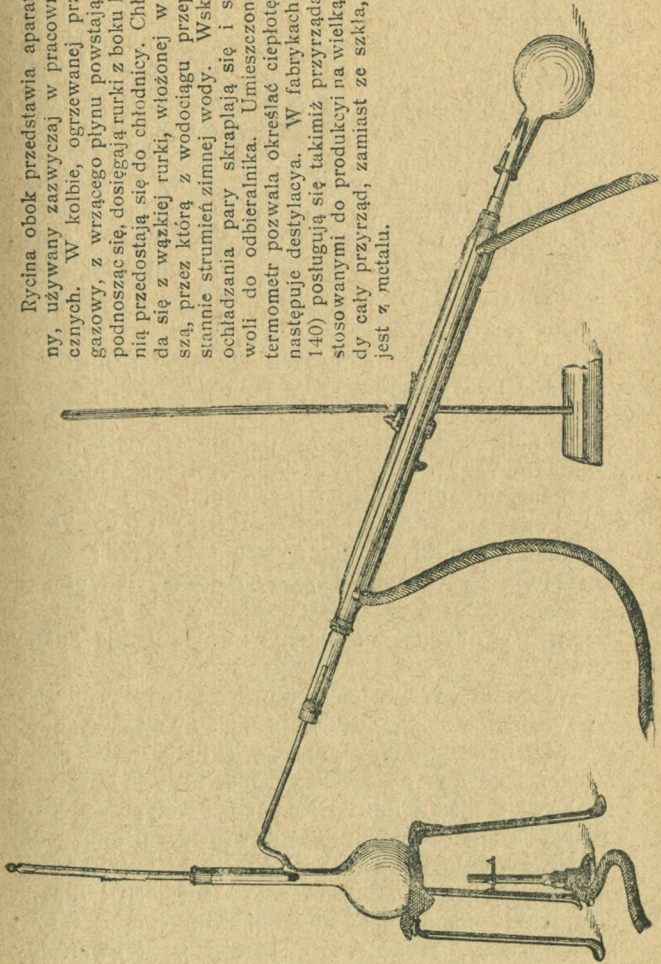


Fig. 10.

plam i t. p., należy więc tym, tak łatwo palnym, materiałem posługiwać się z wielką ostrożnością, tylko w dzień i, o ile można, przy otwartem oknie.

Podczas destylacji ropy punkt wrzenia par, przechodzących do odbieralnika, ciągle się podnosi, jak to można obserwować na termometrze, przytwierdzonym do aparatu; od pewnej zaś oznaczonej chwili, t. j. gdy już wszystek eter będzie odpędzony, zaczyna przechodzić właściwa nafta i potrzeba tylko zmienić odbieralnik, ażeby ją otrzymać. Nafta, znajdująca się w handlu, podług przepisów policyjnych, obowiązujących we wszystkich prawie państwach, poddawana bywa próbom na łatwą lub trudną zapalność, a wymagania, stawiane w tym względzie, są tak surowe, że możemy nie obawiać się wybuchów w naszych zwykłych lampach. Przed ustanowieniem tych przepisów zdarzało się nieraz, że części, dziś oddzielane pod postacią eteru naftowego, znajdowały się w nafcie i ulatniały ze zbiornika lampy. Gdy węglowodór zmieszał się z tlenem powietrza, zamkniętego w zbiorniku, przy zetknięciu z płomieniem następował wybuch i rozrywał lampę.

Pozostałość z amerykańskiej ropy, która, po oddestylowaniu nafty znajduje się w retorcie, przedstawia się w postaci masy o konsystencji masła: masę tę przerabiają na waselinę. Z ropy kaukaskiej, po odpędzeniu nafty, otrzymujemy smary płynne.

Wspomniana wyżej parafina jest twardą mieszaniną węglowodorów, które wskutek swego wysokiego ciężaru cząsteczkowego, czyli inaczej, wysokiej zawartości węgla w cząsteczce, są stałe. Pochodzą one zwykle nie z nafty, lecz ze smoły, dobywanej, jak się o tem wkrótce dowiemy, przy suchej destylacji węgla kamiennego. Przemysł ten jest bardzo rozwinięty w środkowych Niemczech i ma na celu przeważnie produkowanie parafiny. Naturalnie, że można też fabrykować świece z czystej parafiny



i takie świece znajdują się nawet w handlu, ale nie są one w użyciu, bo przejrzystość ich jest mniej ładna, niż matowa białość świec stearynowych, przysiętem muszą być krótsze, gdyż z powodu miękkości parafiny zginałyby się pod własnym ciężarem.

Teraz, gdy już wyrazy: „atom“ i „cząsteczka“ są nam zrozumiałe, pojmiemy z łatwością, co to jest ozon, o którym już wyżej wspominaliśmy. Ozon, jak to już było zaznaczone, jest tylko modyfikacją tlenu i razem z nim znajduje się w powietrzu. Wiemy już, że najmniejsza cząstka tlenu, zawarta w powietrzu, składa się conajmniej z dwóch atomów, zawsze więc będzie cząsteczką, a to z następującego powodu. Przyjmujemy za zasadę, że każdy pierwiastek dąży do połączenia się z innym; jeżelibyśmy dążenia tego nie przyznawali, nie byłibyśmy w stanie wytłómaczyć sobie powstawania związków; bez tej własności pierwiastki istniałyby obok siebie przez wieczność całą i połączenia ich nie byłyby znane. Jeżeli pierwiastki znajdują się w stanie wolnym, jak r.p. tlen w powietrzu, to właściwa ich naturze dążność do tworzenia związków przejawia się w ten sposób, że atomy tego ciała łączą się wzajemnie między sobą parami. W ten sposób powstały cząsteczki tlenu. Otóż w pewnych warunkach może się zdarzyć, że atomy tlenu, zamiast parami, łączą się po trzy. Dzieje się to wtedy mianowicie, gdy przez tlen przepuszczamy iskrę elektryczną (w naturze podczas burzy), a są też i inne przyczyny, wywołujące to zjawisko. Ten związek jednak nie jest bardzo trwały, trzeci atom łatwo odpada, skoro tylko nadarzy mu się możliwość połączenia z innym ciałem. Ta właśnie modyfikacja tlenu, kiedy jego cząsteczka składa się z trzech atomów, nosi nazwę ozonu.

Z materiałów, dających światło, pozostaje nam jeszcze do omówienia gaz oświetlający.

Jeżeli w żelaznej zamkniętej rurce A<sup>1)</sup> (fig. 11) będziemy możliwie silnie ogrzewali takie materyały, jak drzewo, torf, węgiel kamienny, to jest, jeżeli je, jak się to zwykle mówić, poddamy suchej destylacji, to wszystkie części lotne w postaci gazów i par przejdą do odbieralnika. Parami nazywamy ciała lotne, które po ochłodzeniu wracają napowrót do stanu płynnego, gazy zaś przy zwykłej temperaturze nie skraplają się. Wszystkie zatem pary w naczyniu B pozostaną w postaci smoły i t. zw. wody amoniakowej. Gazy jednak, które przy zwykłej temperaturze są lotne, przepłyną przez naczynie C, aby się ostatecznie zebrać pod kloszem D, który gra rolę zbiornika (patrz fig. 11).

Klosz, ustawiony w sposób, wskazany na rysunku, możemy śmiało nazwać zbiornikiem, bo nasz przyrząd jest właściwie modelem fabryki gazowej w jej ogólnych zarysach.

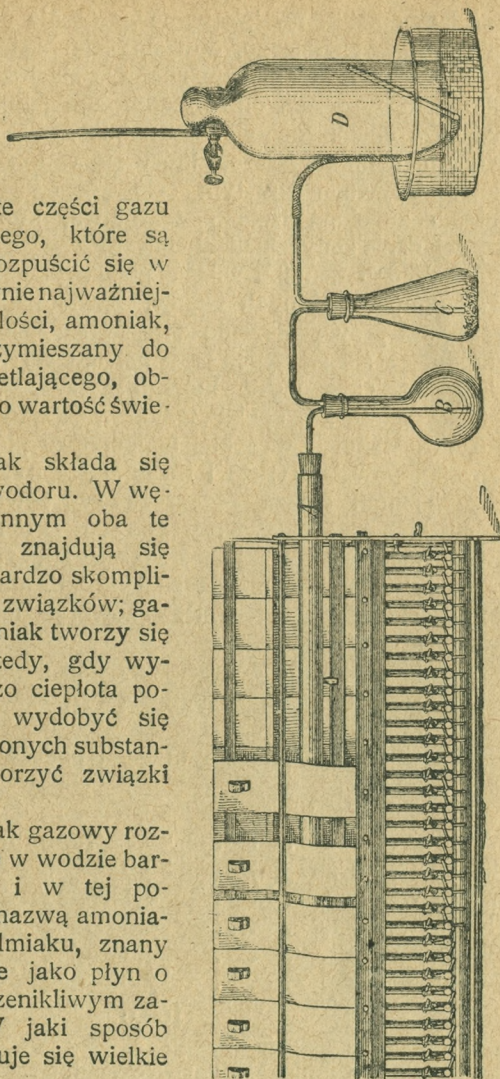
W fabrykach do wyrobu gazu oświetlającego używają prawie wyłącznie węgla kamiennego, a zamiast rur żelaznych służą w tym celu rury z ogniotrwałej gliny, czyli t. zw. retorty szarmotowe, bo glina lepiej wytrzymuje wysoką ciepłotę. 100 kilogramów dobrego węgla kamiennego daje 28,000 do 30,000 litrów gazu, ważących około 18 kilogramów, oprócz tego mniej więcej 5 kilogramów smoły i 4 kilogramy wody amoniakowej; nielotne części pozostają w retorcie i noszą nazwę koksu. Bywa go około 70 do 75 kilogramów.

Technicznie gaz odłącza się od smoły za pomocą ochładzania, w naszym przyrządzie służy do tego kolba B. Po uwolnieniu gazu od smoły, wprowadza go się do naczynia z wodą, w której według technicznego wyrażenia gaz się „przeplukuje.“ Woda za

---

<sup>1)</sup> Do ogrzewania używamy przedstawionego na rysunku długiego pieca gazowego.

Fig. 1.



trzymuje te części gazu oświetlającego, które są w stanie rozpuścić się w niej, a głównie najważniejszy co do ilości, amoniak, który, przymieszany do gazu oświetlającego, obniżałby jego wartość świetlną.

Amoniak składa się z azotu i wodoru. W węglu kamiennym oba te pierwiastki znajdują się w postaci bardzo skomplikowanych związków; gazowy amoniak tworzy się dopiero wtedy, gdy wysoka bardzo ciepłota pozwoli im wydobyć się z tych złożonych substancji i utworzyć związki prostsze.

Amoniak gazowy rozpuszcza się w wodzie bardzo łatwo i w tej postaci, pod nazwą amoniaku lub salmiaku, znany jest ogólnie jako płyn o ostrym, przenikliwym zapachu. W jaki sposób spożytkowuje się wielkie

ilości amoniaku, produkowane corocznie przez fabryki gazu oświetlającego, dowiemy się następnie.

W naszym aparacie znajduje się jeszcze naczynie C. Odpowiada ono urządzeniom fabrycznym dla dalszego chemicznego oczyszczania gazu za pomocą wodanu tlenku żelaza, który się w naczyniu znajduje. Używa się w tym celu pospolita w naturze, miątko zmielona ruda poddarniowa, która posiada wyżej oznaczony skład chemiczny.

Wodan tlenku żelaza pozbawia gaz oświetlający domieszki innych gazów, zawierających siarkę, ponieważ przy połączeniu daje siarek żelaza. Siarka, znajdująca się w gazie, przy paleniu wytwarza kwas siarkawy, ciało lotne, którego ostry zapach znany jest każdemu, kto spalał kiedykolwiek siarkę; częściowo zaś, wskutek wysokiej temperatury płomienia gazowego, powstaje także i kwas siarczany.

Tlenek żelaza oczyszcza gaz oświetlający ze wszystkich części, zawierających siarkę, oprócz jednej, zwanej siarkiem węgla. Związek ten znajduje się w gazie w bardzo nieznacznej ilości, ale usunięcie go pozostaje dotąd w technice gazowej zadaniem nierozwiązanem.

W ten sposób oczyszczony gaz zbierają do gazometrów, z których, za pomocą rur, zostaje rozproszony.

O składzie chemicznym gazu poucza następująca analiza:

Wodoru . . . . .	45,2	procentów	objętości
Metanu (patrz str. 35) . . . . .	35,0	"	"
Innych węglowodorów . . . . .	4,4	"	"
Tlenku węgla . . . . .	8,6	"	"
Azotu . . . . .	4,8	"	"
Kwasu węglanego . . . . .	2,0	"	"
	<u>100,0</u>	"	"

Przy spalaniu się gazu oświetlającego z węglą,

w nim zawartego, powstaje kwas węglany, z wodoru zaś—woda, która przy wysokiej temperaturze palenia wydziela się w postaci pary. W ten sposób gaz oświetlający pozornie znika całkowicie, zamieniając się w dwa bezbarwne i bezwonne gazy. Jak to już wspominaliśmy wyżej, gaz oświetlający ma w sobie nieznaczne ilości związków, zawierających siarkę, wskutek czego w mieszkaniach, oświetlanych gazem, znajduje się zawsze w powietrzu nieco kwasu siarkawego.

Kwas siarkawy jest przyczyną ogólnie znanego faktu, że rośliny doniczkowe źle się rozwijają w mieszkaniach, oświetlanych gazem. Kwas siarkawy bowiem jest dla roślin wysoce szkodliwy. Nieznaczna jego ilość nie wpływa jednak ujemnie na zdrowie ludzi.

Mówiliśmy już wyżej, że siarka spala się częściowo i na kwas siarczany. Można go zauważyć w postaci plam na cylindrach od lamp gazowych, rzadko oczyszczanych. Kwas siarczany osiada na nich, jako płyn w postaci drobniutkich kropelek, a że własności jego są silnie gryzące, więc zwęglają wpadające tam cząsteczki kurzu. W ten sposób tłómaczy się powstawanie brunatnych plam na cylindrach od lamp gazowych. Plam takich nie spotykamy na lampach naftowych ani olejnych, bo te materiały palne siarki nie zawierają wcale.

A teraz postaramy się wyjaśnić istotę świecącego ognia, bo na płomieniu gazowym najlepiej się to daje wytłómaczyć.

Że płomień świecący zawiera w sobie węgiel w znacznej ilości, możemy się o tem łatwo przekonać, gdy wprowadzimy do niego na chwilę talerz porcelanowy. Wskutek oziębienia węgiel osadza się w postaci kopcia. Węgiel ten wydziela się z węglowodorów przy wysokiej temperaturze płomienia, a rozżarzony do białości, powoduje światło; gdy dosięgnie brzegu płomienia i zetknie się z tlenem powietrza

zamienia się na kwas węglany i znika, w postaci gazu.

Że tak jest w rzeczywistości, łatwo przekonać się doświadczalnie na kuchniach gazowych (ulepszenie to, bardzo dogodne, coraz częściej daje się spotykać). Ci, co takie kuchnie posiadają, wiedzą doskonale, że płomień tam nie daje światła. W danym razie węgiel nie wydziela się i wskutek tego nie smoli naczyń. Chemicy, którzy już od 50 lat blisko używają gazu oświetlającego do gotowania, posługują się wynalezionym przez Bunsena palnikiem, który, z odpowiednimi zmianami, zastosowano do dzisiejszych kuchen gazowych. W palniku Bunsena gaz wydobywa się przez małeńki otworek, jak to nam pokazuje część A w rozsrubowanym palniku.

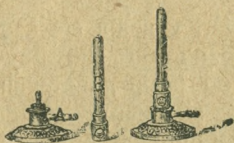


Fig. 12.

Jeśli teraz gaz zapalimy, to płomień jego będzie taki sam, jak w każdej innej lampce gazowej. Gdy jednak na otworek ten nałożymy szerszą nieco rurkę B, zaopatrzoną u podstawy w większe otwory (jeden z nich możemy dostrzedz na figurze 12), to dobowający się prąd gazu, wypływając z rurki, porrywa z sobą nieco powietrza. Jeżeli teraz zapalimy gaz u przedłużonego końca palnika, to płomień świecić już nie będzie, ponieważ zmieszany jest z taką ilością powietrza, że zawarty w nim tlen powoduje natychmiastowe spalenie wszystkich cząsteczek węgla, przyczem temperatura znacznie się podwyższa. Jeżeli palcami zakryjemy otwory u podstawy szerokiej rurki, usuwając w ten sposób dostęp powietrza, to płomień świecić będzie, jak zwykle.

Otóż w kuchniach gazowych spotykamy podobne urządzenie. Gaz wpływa przez wązki otwór, w pobliżu którego znajdują się dziurki, doprowadzające powietrze do wnętrza palnika. Tu gaz miesza

się z powietrzem i zapalony u otworu, spala się płomieniem nieświecącym.

Jakieśmy to przed chwilą wspominali, płomień nieświecący daje bardzo wysoką temperaturę, wskutek momentalnego prawie spalania całej zawartości węgla; jeżeli potrzymamy w nim wiązkę drutu platynowego (na platynę nawet tak wysoka temperatura nie działa), to drut rozżarza się nadzwyczaj silnie i otrzymujemy t. zw. światło żarowe.

Najnowszym postępem w dziedzinie oświetlenia gazowego jest właśnie światło żarowe, które się rozpowszechnia i udoskonala coraz bardziej.

W lampach żarowych, również, jak i w palnikach Bunsena, płomień przez dostęp powietrza zostaje pozbawiony światła; w każdym takim palniku widzimy kilka otworów blisko wylotu, którym się gaz wydobywa. Ten nieświecący płomień, o bardzo wysokiej temperaturze, rozżarza do białości zawieszony w nim stożek siatkowy, pospolicie zwany „koszulką.“ Koszulka jest nasycona tlenkami bardzo rzadkich pierwiastków, mianowicie ceru i toru, o których chemicy wiedzieli już oddawna, że przy ogrzewaniu dają bardzo silne światło

Zużytkowanie jednak tych własności dla potrzeb życia codziennego udało się dopiero Auerowi, który długo nad zadaniem tem pracował. W 1885 zbudował on pierwszą żarową lampę pokojową, ale dopiero w październiku 1891 r. udoskonalił ją tak dalece, że mogła się rozpowszechnić. Od tego czasu ulepszano coraz bardziej skład koszulek; przez trafniejszą mieszaninę obu tlenków udało się lampę tak udoskonalić, że dawniejsze blade, niby księżycowe światło zmieniono na zupełnie białe, o wiele przyjemniejsze dla oka.





### Wykład III.

---

Żywienie się roślin.—Mierzwienie.—Ugory.—Nawozy sztuczne.—  
Kości.— Superfosfaty.— Sole potasowe.— Użyźnianie ziemi azo-  
tem.— Zasady, kwasy i sole.— Ług macierzysty.— Żywienie się  
ludzi i zwierząt.— Próby trawienia.— Białko.— Tłuszcze.— Węglo-  
wodany.— Mleko słodkie i kwaśne.— Ser.— Aparat Sohleta.—  
Włóknik.— Surowica.— Pasza pożywna.— Klej.

Przystępujemy obecnie do pokarmów. Kula ziemską składa się z ciał martwych, mianowicie z ziemi i otaczającej ją atmosfery. Na powierzchni kuli i w powietrzu żyją rośliny i zwierzęta. Rośliny czerpią środki do życia wyłącznie z tych martwych materiałów, zwierzęta zaś są zmuszone sięgać po żywność pośrednio lub bezpośrednio do państwa roślinnego.

Drzewo np. stoi wieki całe na jednym miejscu, a natura dostarcza wszystkiego, co mu jest do życia niezbędne: deszcz daje potrzebną wilgoć; kwas węglany powietrza dostarcza węgla, koniecznego do utworzenia drewna i wielu skomplikowanych wytworów, podtrzymujących jego egzystencję, etc.

Liście, a według wszelkiego prawdopodobieństwa, głównie ich zielone cząsteczki, zwane ciałkami chlorofilowemi, rozkładają kwas węglany na tlen i węgiel, przyczem ten ostatni zatrzymują, a tlen wydychają. Jest to zjawisko tem dziwniejsze, że

Oddawna już uważano, że gdy przez szereg lat jedno i to samo pole obsiewano tem samem ziarnem, to wydajność płodu, a właściwie urodzajność ziemi względem tegoż, stopniowo się zmniejszała i dlatego zmieniano zasiew danego pola w pewnym stałym porządku.

W książkach, traktujących o rolnictwie, jakie nas doszły z czasów klasycznej starożytności, zalecano już zmianę płodów, wypływającą z wyżej wspomnianego spostrzeżenia i aż do Fryderyka Wielkiego, t. j. do połowy XVIII-go stulecia, w dziełach rolniczych nie spotykamy nic takiego, coby w owych prastarych rękopisach wzmiankowanem nie było. O jakimkolwiek więc postępie do tego czasu mówić nawet nie można.

Powodem, że plodozmian daje dobre urodzaje, jest to mianowicie, że skład popiołów u różnych roślin bywa różny, wskutek czego grunt nie co roku wyczerpuje się z jednych i tych samych części składowych.

Ale znów z drugiej strony, od niepamiętnych też czasów nawożono pola odpadkami, nie znajdującymi zastosowania w gospodarstwie, zwracając ziemi to, co jej rośliny zabrały. Robiono to jedynie na podstawie doświadczenia, że w ten sposób można podnieść wydajność ziemi, nie zdawano sobie jednak zupełnie sprawy, dlaczego się tak działo. Że jednak wiele produktów rolnych bywa sprzedawanych co roku, więc pewna ilość soli nieorganicznych stale ubywa ziemi bezpowrotnie, a tem samem co roku następuje zmniejszenie wydajności gruntu. Przekonywało o tem doświadczenie, nie umiano jednak zjawiska tego wytłómaczyć.

Spostrzeżenia te doprowadziły do tak zwanego gospodarstwa ugorowego. Po paroletniem użytkowaniu pola, pozostawiano je na rok odlogiem i to rzeczywiście podnosiło urodzaje.

Fakt ten bliżej objaśnić należy, — na razie bo-

wiem jest on niezrozumiały. Przecież nie pada z nieba, jeśli się tak wyrazić można, kwas fosforny ani sole potasowe, a właściwie, przez ugorowanie ziemia nie nabiera z zewnątrz tych najważniejszych składników urodzajnego gruntu.

Skuteczne działanie ugorów polega na następującej zasadzie. Kwas fosforny i potas znajdują się najczęściej w gruncie w postaci związków nierozpuszczalnych w wodzie, a w tej formie nie mogą być zużyte przez korzonki roślin, bo te ostatnie mogą wsysać tylko ciała rozpuszczalne w wodzie. Dopiero wilgoć, znajdująca się w ziemi, w połączeniu z krążącym w niej kwasem węglanym powietrza, mogą te nierozpuszczalne związki zamienić w rozpuszczalne. Głazy „wietrzeją” w ziemi, jak to zwykle mawiamy. Gdy więc przez cały rok w ten sposób tworzące się, rozpuszczalne pożywienie roślin pozostanie w gruncie, nie zabierane przez zboża, to, razem z zapasem, pozostałym z lat poprzedzających, wystarczy, aby dać znów przez pewien szereg lat zadowalające zbiory.

W połowie zeszłego stulecia zauważono, że jeżeli pola, mające leżeć odłogiem, zasiać koniczyną, zatem paszą dla bydła, to urodzaj zboża w latach następnych nic na tem nie ucierpi. Daleko w ziemię sięgające korzonki koniczyny zużytkowują, jak to już dziś wiemy, sole głęboko położone, a niedostępne dla innych zbóż. Spostrzeżenie to posunęło rolnictwo o wielki krok naprzód, bo mając większą ilość paszy, gospodarze mogli trzymać więcej bydła, które, prócz innych korzyści, dostarczało większej ilości mierzwy do zasilania ziemi. Gdy pole nie rodziło już koniczyny, zastępowano ją grochem, bobem, kartoflami i t. p. W ten sposób doszli w końcu rolnicy do regularnej zmiany zbóż i roślin okopowych, z peryodyczną uprawą koniczyny.

Ugorowanie więc stało się zbyt skuteczne. Różne ziemioplody, czerpiąc, jak to już wyżej wspomnieli-

śmy, pożywne sole nieorganiczne w rozmaitych ilościach raz z wyższych, to znów z głębszych warstw ziemi, przy prawidłowo prowadzonym płodozmianie mogły się rodzić, ponieważ, właściwe dla danej rośliny sole pozostawały przez pewien szereg lat w ziemi nienaruszone. Mimo to jednak gospodarstwo rolne względem tych właśnie soli nieorganicznych stało się jeszcze bardziej rabunkowem, a to z tego względu, że o ile jedno pole, nawożone lepiej wskutek zwiększonej hodowli inwentarza, bogaciło się w sole pożywne, o tyle właśnie pole sąsiednie stawało się w nie uboższem. Skutki takiego gospodarstwa już byśmy w naszych czasach niezawodnie byli dotkliwie odczuli, gdyby nam był Liebig, zachodzącej tu przyczyny zjawisk, nie wyjaśnił i nie ukazał na możliwość taniego zastępowania w ziemi raz zużytych soli nieorganicznych za pomocą obficie w martwej naturze nagromadzonych skarbów; odtąd ugorowanie pola istotnie przestaje być koniecznem.

Dziś stratę, jaką ponosi ziemia, rodząc ustawicznie, zastępujemy nawozami sztucznymi tam wszędzie, gdzie ilość nawozu naturalnego jest niedostateczna. W tem właśnie leży wiekopomna zasługa Liebiga, iż pierwszy odkrył, że jedyna racjonalna droga do ustalenia urodzajności polega na sztucznem wprowadzaniu do gleby tych samych związków i ciał, które przez wzrastanie roślin były odjęte. Mając do rozporządzenia nawozy sztuczne w dostatecznej ilości, przez obfitsze, drogą praktyki dokładnie określone nawożenie, można zwykłą urodzajność gleby znakomicie powiększyć.

A teraz przejdźmy do sposobów otrzymywania sztucznych nawozów; nad nimi wypadnie nam zatrzymać się nieco dłużej, a to z powodu, że większość surowych materiałów, w jakich je człowiekowi podaje przyroda, musi być wpierv drogą chemiczną do celów rolnictwa przetworzona. wiednio.

Główne źródła, z których rolnik czerpać może tani kwas fosforowy, drogi bowiem nie opłacałyby się, to: kości, fosforyt i t. zw. żuzle, czyli mąka fosforytowa Thomasa.

Kości składają się głównie z fosforanu wapnia, a prócz tego zawierają tłuszcz i ciała klejowate, o których mimochodem wspominamy.

Tłuszcz wytrawia się dziś z kości za pomocą benzyny. Służy on następnie do wyrobu świec lub mydła. O świecach mówiliśmy już wyżej, na mydło przyjdzie kolej w jednym z następnych rozdziałów. Klej, znany w handlu pod nazwą kleju kostnego, otrzymuje się z tychże kości, nie będziemy się wszakże nad nim zatrzymywali, ze względu, że wymagałoby to zbyt wiele wiadomości przygotowawczych.

Prażąc kości w zamkniętym, jedynie w rurę do odprowadzania par zaopatrzonym kotle, t. j. postępując z nimi tak samo, jak się postępuje z węglem kamiennym przy dozywaniu gazu oświetlającego, otrzymujemy w kotle czarną masę, czyli t. zw. węgiel kostny, który w ten sposób odpowiada koksowi, jaki pozostaje w retortach przy fabrykacji gazu. Taki węgiel kostny posiada szczególną własność odbierania barwnika zabarwionym roztworom. Jeżeli np. będziemy z nim skłócali wino czerwone, a po niejakiem czasie mieszaninę przesączymy, to otrzymamy płyn, jak woda bezbarwny, który niczem więcej, prócz brakiem zabarwienia, od wina czerwonego różnić się nie będzie. Przytoczony tu przykład żadnego nie posiada znaczenia w życiu codziennem, jednakże z tej siły odbarwiającej węgla kostnego w wielu gałęziach przemysłu ludzie ciągną korzyści. Tak np. białość cukru osiąga się tą właśnie drogą, podobnież i w przemyśle gorzelnicznym węgiel odgrywa ważną rolę, jak się o tem później dowiemy.

Drobno zmielony węgiel kostny, zaprawiony odpowiednim smarem, daje nam szuwaks.

Jeżeli, zamiast w zamkniętem naczyniu, będziemy prażyć kości na powietrzu otwartem, wówczas palą się one płomieniem, przyczem wszystek węgiel się spala i otrzymujemy produkt zupełnie biały. Te właśnie na biało spalone kości służą za punkt wyjścia do otrzymywania nawozów sztucznych. Służą one również i do fabrykacyi fosforu, o którym mówiliśmy przy zapałkach, a także bywają stosowane przy otrzymywaniu szkła mlecznego (patrz wykład X). Kwas fosforny wydobywają też z *fosforanu wapnia*, mineralu dość pospolitego w różnych stronach ziemi. Nosi on nazwę *fosforytu* i spotyka się w stanie mniej lub więcej zanieczyszczonym. Mineral ten znajduje się we Florydzie w Północnej Ameryce w wielkich ilościach i zawiera przecięciowo 82 procenty fosforanu wapnia, a że substancye, zanieczyszczające go niezbyt, przeszkadzają dalszej przeróbce, o której zaraz powiemy, więc pokup na ten mineral rozszerzał się od niedawnego czasu na cały świat prawie. Ale od kilku lat nastąpiła w tem pewna zmiana: po pierwsze, wskutek powszechnego upadku rolnictwa zmniejszyło się wogóle użycie fosfatów; po drugie, nowoodkryte kopalnie w Tennessee zrobiły konkurencyę Ameryce, a ostatnimi czasy Europa zaczęła się zaopatrywać w fosfaty z również nowoodkrytych kopalni w Algierze.

Niegdyś *guano* grało też poważną rolę, lecz dziś ustępuje miejsca nawozom sztucznym z powodu coraz większego wyczerpywania się jego pokładów. Składa się ono z rozłożonych odchodów ptaków morskich; grube warstwy tego nawozu znajdują się na wybrzeżu peruwiańskim i na sąsiednich wyspach. Guano obfituje przeważnie w kwas fosforny i zawiera zarazem wiele azotu.

Nakoniec, wynalezione w r. 1879 odfosforyzowanie żelaza, z którym zapoznamy się dokładnie

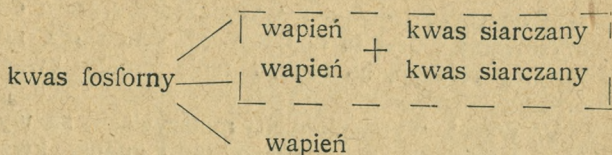
w rozdziale jedenastym, dostarcza, tak zwanej, *marki fosforytowej Thomasa*, którą to nazwę otrzymał ten produkt na cześć jednego z wynalazców procesu odfosforyzowania. Jest to nadzwyczaj cenne dla gospodarstwa rolnego, bo bardzo tanie źródło kwasu fosforowego.

W wyżej wymienionych materyałach, za wyjątkiem ostatniego, a częściowo też i guana, kwas fosforowy znajduje się w takim samym stanie, jak w roli uprawnej, mianowicie jako nierozpuszczalny fosforan wapnia. Gdyby go zemleć i rozsiać po roli, to działanie byłoby zupełnie niedostateczne, bo wtedy, tylko bardzo powoli, naturalnym sposobem (o którym mówiliśmy przed chwilą, przy wyjaśnianiu wartości ugorów), stawałby się rozpuszczalny i tem samem dla roślin, jako pokarm, dostępny. Krótko mówiąc, byłby dla rolnika prawie bez wartości, bo rośliny dopiero po wielu latach mogłyby go spożytkowywać.

Zupełnie wszakże inaczej przedstawia się sprawa, gdy owe fosfaty przetworzymy, jak to się zwykło mówić fachowo o sztucznej przeróbce nierozpuszczalnych związków, na łatwo rozpuszczalne w wodzie. W tym bowiem stanie korzenie roślin łatwo i chętnie je uswajają. Przetworzenie polega głównie na tem, że fosfaty oblewa się mocnym kwasem siarczanym. Otrzymany w ten sposób sztuczny nawóz nosi nazwę superfosfatu.

We wspomnianych wyżej źródłach kwasu fosforowego, ten ostatni związany jest głównie z wapniem i to w taki sposób, że jedna cząsteczka kwasu fosforowego wiąże się z trzema cząsteczkami wapnia. W pojęciu chemicznem kwas siarczanym silniejszy jest od fosforowego, t. j. jego powinowactwo względem wapnia jest większe, niż kwasu fosforowego. Wszelako jedna cząsteczka kwasu siarczanego łączy się tylko z jedną cząsteczką wapnia. Jeżeli zatem po działamy dwiema cząsteczkami kwasu siarczanego

na kość paloną lub kopalny fosforyt, to, jak nam wzór następujący wskazuje:



powstanie nowy związek, w którym jedna cząsteczka kwasu fosfornego wiąże się z jedną cząsteczką wapnia, podczas gdy z drugiej strony, przez zamianę, tworzą się dwie cząsteczki siarczanu wapnia, który w codziennem życiu zwykliśmy nazywać gipsem. W taki sposób otrzymany fosforan wapnia, gdy się dostanie do ziemi, będzie z łatwością przyswojony przez rośliny. To też, gdy mowa o użyźnianiu ziemi kwasem fosfornym, zawsze rozumieć trzeba, że to chodzi o nawożenie takim właśnie, sztucznie przygotowanym, fosforanem wapnia. Kwas fosforny bowiem, sam przez się rozpuszczony w wodzie, daje płyn tak gryzący, że roślina uległaby zniszczeniu.

Obok więc rozpuszczalnego fosforanu wapnia, przy przetwarzaniu surowego materiału, powstaje siarczan wapnia. Oba zatem ciała otrzymujemy w mieszaninie, a okoliczność ta nietylko, że nic nie przeszkadza, lecz przeciwnie; przy uboższej w wapień glebie, wprowadzenie go do ziemi jest wielce pożądanem, ponieważ rośliny uswajają i wapno, jak się o tem z analizy popiołów przekonywamy.

A teraz powiemy jeszcze kilka słów o żuźlach Thomasa, czyli odpadkach, otrzymywanych w przemyśle żelaznym. W odpadkach tych kwas fosforny znajduje się w takim połączeniu z wapniem, że przez rośliny może być przyswojony wprost, bez uprzedniego traktowania kwasem siarczanym. Z tego też względu żuźle są nadzwyczaj taniem źródłem kwasu fosfornego, nie pociągają bowiem za sobą kosztów przetwarzania materiału, a po zmieleniu na-



dają się do użyźniania pól, przedewszystkiem tych, dla których szczególnie są pożądane.

Z kolei mamy jeszcze pomówić o solach potasowych, jako środkach nawozowych. Sole te, aż do lat sześćdziesiątych naszego stulecia, były jeszcze dość kosztowne. Potaż, czyli w znaczeniu chemicznem, węglan wapnia, był jedyną formą, w jakiej sole te w większej ilości można było stosować w praktyce.

Potaż otrzymywano dawniej przez wygotowywanie w garnkach popiołu roślinnego, w którym to celu użytkowano przedewszystkiem popiół drzewny. Znaną nam już jest z analizy zawartość potasu w popiołach roślinnych (patrz str. 48). Jeszcze w połowie naszego stulecia w wielu miastach, a między innymi i w Paryżu, gdzie kominki otwarte, drzewem opalane, dawały szczególnie dużo popiołu, handlarze, chodząc po domach, skupywali popiół od służby i zносили do fabryk, gdzie go na potaż przerabiano.

Potaż znajduje szerokie zastosowanie w przemyśle przy wyrobie szkła, mydła, w farbiarstwie etc. Zarówno dawniej, jak i dziś, choć go i z innych soli potasowych sztucznie dobywają, posiada dosyć wysoką cenę, tak, że jako nawóz nie mógłby znaleźć nigdy zastosowania. Nieco później, gdy przyjdzie kolej na sodę, pomówimy jeszcze obszerniej o dzisiejszych sposobach otrzymywania potażu.

Inne, od potażu daleko tańsze, a w celach nawozowych używane sole potasowe, jak chlorek potasu i siarczan potasu, pochodzą ze stassfurckich zakładów górniczych, położonych w okolicy Magdeburga. Nieliczne, ale za to olbrzymie w swym rozwoju te zakłady niemieckie, zaopatrują w sole potasowe rolników całego świata.

W Stassfurcie znano wiele źródeł słonych, z których przez cały szereg wieków sól wysycano. Okoliczność ta dała powód do poszukiwań w okolicy pokładów soli kamiennej. Natrafiono też istotnie na pewien rodzaj soli, która jednak miała smak gorz-

ki. Ogromne ilości tej ostatniej pozostawiono bez użytku, skoro tylko dokopano się soli kamiennej i rozpoczęto prawidłowy przemysł górniczy.

Otóż ta właśnie gorzka sól, jak się o tem później przekonano, nie zawierała nic innego, jak tylko sole potasowe, które się tam znajdowały w olbrzymich ilościach. Odkrycie to dało powód do rozwinięcia w tych stronach przemysłu na wielką skalę. Sole te bowiem w stanie surowym, tak, jak je podaje natura, muszą uleść przeróbce fabrycznej, zanim, jako nawozy sztuczne, mogą być zużytkowane. Różne poboczne produkty, jakie przy tem powstają, znajdują również zastosowanie w technice.

Należy przypuszczać, że pokłady soli kamiennej, zawarte w głębi ziemi, stanowią pozostałość po dawno wyschniętych zatokach morskich, które z biegiem czasu jeszcze niejednokrotnie zapełniały się wodą morską. Tem bowiem objaśnić można te olbrzymie warstwy soli, jakie wewnątrz ziemi znajdujemy. Woda morska zawiera, między innymi, brom i pierwiastek ten początkowo w południowej Francji dobywano wyłącznie z wody morskiej. Brom odgrywa ważną rolę w fotografii, jak się o tem w swoim czasie dowiemy. Jeżeli zatem przypuszczenie o morskiem pochodzeniu soli stassfurckich jest słusznem, to sole te powinny również zawierać brom. Tak też jest w samej rzeczy i największe ilości bromu ztamtąd się otrzymują.

A teraz przejdźmy do azotu, który także niezbędny jest roślinom.

Rośliny potrzebują azotu dla utworzenia t. zw. białka roślinnego, o którym wkrótce pomówimy obszerniej, gdy mowa będzie o białku. W rozwoju rośliny gra ono taką samą rolę, jak i białko zwierzęce: pobudza jej czynności życiowe, przy braku zaś azotu roślina powoli zanika.

W analizach popiołów (patrz str. 48) nie wspominaliśmy nic o azocie, a to dla tej przyczyny, że

nie daje on związków ogniotrwałych i przy wysokiej ciepłocie, jaka do spopielenia części roślinnych jest konieczna, ulatnia się całkowicie, częściowo swobodnie, częściowo w postaci związków z innymi pierwiastkami. O jednym z takich lotnych związków, mianowicie o połączeniu azotu z wodorem, czyli amoniaku, była już wyżej mowa, przy fabrykacyi gazu oświetlającego.

Na pierwszy rzut oka może się wydawać, że rośliny mają zawsze poddostatkim azotu. Wiemy już, że z łatwością za pomocą liści zaopatrują się one z powietrza w niezbędny dla nich węgiel (patrz str. 47), choć, jak wspominaliśmy (patrz str. 18), w dziesięciu tysiącach części powietrza znajdują się zaledwie trzy części kwasu węglanego, podczas gdy azotu mamy w tej samej ilości aż ośm tysięcy.

Azot jednak, jak to już wspominaliśmy, jest gazem bardzo biernym, rośliny zaś nie posiadają żadnego narządu, z którego pomocą mogłyby go bezpośrednio czerpać z powietrza, tak, jak czerpią kwas węglany za pomocą swych ciałek chlorofilowych.

Wprawdzie i powietrze zawiera amoniak, związek azotu rozpuszczalny w wodzie; znajduje się on tam jednak w tak drobnej ilości, że się zaledwie w milionowych częściach obliczyć daje. A że rośliny mogą przyswajać sobie rozpuszczalne związki azotowe tylko przez korzenie, a nie przez liście, więc tylko drobna cząstka atmosferycznego amoniaku, krążąca razem z powietrzem w ziemi, lub z deszczem do niej wprowadzona, może tą drogą dostać się do rośliny. Ilość taka oczywiście jest niedostateczna.

Najnowsze badania pokazały, że w procesie uswajania azotu przez rośliny, wybitną rolę grają bakterye. W glebie znajdują się bakterye, które posiadają tę szczególną własność, iż przez żywotność swoją przyczyniają się do połączenia azotu z tlenem. Związki te, łącząc się znów ze swej strony z mineralnymi częściami gleby, tworzą łatwo rozpuszczalne

sole azotowe, które przez rośliny łatwo już mogą być pochłonięte. Kwas azotny jest produktem utlenienia azotu, czyli jego związkami tlenowym.

Są rośliny z rodzaju strączkowych, przy korzonkach których gromadzi się tyle azotowych substancji, wyprodukowanych przez bakterie, że gdy grunt posiada poddostatkami kwasu fosforowego i soli potasowych, rośliny te, nie tylko że same dojrzewają bez nawożenia azotem, lecz jeszcze, po uprzątnięciu, pozostałe w ziemi korzonki zapas ten powiększają. Gromadzą one w ziemi poniekąd azot, przez co roślina, posiana w następnym roku na danym polu, a nie posiadająca już tych samych właściwości, znajduje dla siebie dostateczny zapas azotu i nawożenie ziemi staje się zbytecznym. Zapas ten daje się nawet obliczyć pieniężnie, i, jeżeli wziąć pod uwagę dzisiejszą cenę saletry chilijskiej, jako nawozu azotowego, to wartość jego wynosi około 10 rubli na morgę.

Bakteriami temi posługują się dziś w rolnictwie dwojakim sposobem. Kilkaset kilogramów ziemi, na której rósł np. groch, a więc ziemi obfitującej w bakterie, gromadzące azot, rozsiewa się po polu, na którym pragnie się mieć groch. Bakterie więc właściwe już naprzód wprowadzone zostają do gruntu. Inny znów sposób polega na tem, że z bakteriami tych przyrządzają fabrycznie czyste hodowle. W handlu noszą one nazwę *nitraginy*. Rozprowadza się te hodowle wodą i rozlewa po polu, na którym groch świeżo zasiano. Bakterie azotowe przylegają do ziarna od pierwszej chwili posiewu. Przy pomocy tej metody osiągnięto wyborne rezultaty na bardzo ubogich w azot torfiastych gruntach północnych Niemiec.

Ale zanim się jeszcze to wszystko wyjaśniło, wiedzano już z doświadczenia, że azotowe substancje, wprowadzone do gruntu, znakomicie pobudzają rozwój roślin. Działalność bakterij zostaje tą drogą

ułatwiona. W tym celu najlepiej się nadają rozpuszczalne związki azotowe, pomiędzy którymi, ze względu na niską cenę, dwa nadają się szczególnie do uprawy roli. Pierwszym jest amon pod postacią siarczanu amonu, a drugim saletra chilijska.

Tak dobrze nam już znany amoniak pochodzi z zakładów gazowych. Amoniak, w znaczeniu chemicznym, jest to alkali, czyli zasada, oba bowiem określenia są dziś równoznaczne. Zasady posiadają tę właściwość, że mogą się łączyć z kwasami. Produkt, który przytem powstaje, nosi nazwę soli. Przy wielkiej liczbie zasad i kwasów posiadamy równie wielką ilość soli.

Zarówno kwasy, jak i zasady, mogą być w stanie stałym, płynnym lub gazowym. I tak np., kwas krzemny (piasek) jest twardą masą, w znaczeniu zaś chemicznym jest kwasem, ponieważ z zasadą, np. z potasem, tworzy właściwą sól, a mianowicie krzemian potasu. Kwas siarczany jest płynny, a węglany gazowy. Potas jest zasadą stałą, a anilina płynną, amoniak zaś, którym się tu bliżej zajmujemy, jest zasadą gazową. Ponieważ amoniak gazowy posiada wyjątkowo własność łatwego rozpuszczania się w wodzie, więc, ku większej dogodności, trzymamy go w zapasie w postaci wodnego roztworu, w którym znajdujemy go też w handlu pospolicie pod nazwą salamoniaku.

Dla celów rolniczych amoniak gazowy łączy z kwasem siarczanym i ze związku tego powstaje biała i stała sól: siarczan amonu, który, jako nawóz sztuczny, rozrzuca się po polu.

Drugim źródłem azotu jest saletra. Tworzy się ona przy połączeniu kwasu azotowego z zasadami potasem lub sodem, dlatego też rozróżniamy saletrę potasową i saletrę sodową.

Saletra potasowa jest znana już oddawna i służy głównie do przygotowywania prochu. O tym ostatnim, jak również i o nowszych środkach wybu-

chowych, pomówimy niżej, skończywszy ze środkami spożywcze. Dla celów rolniczych jest ona za droga.

Tania saletra sodowa jest znów wynalazkiem nowszych czasów. Jest to biała, łatwo w wodzie rozpuszczająca się sól i, od miejsca swego pochodzenia, nosi nazwę saletry chilijskiej. W Chili bowiem znajdujemy olbrzymie przestrzenie, na których nigdy prawie nie bywa deszczu, i gdzie ziemia obfituje w saletrę.

Gdyby tam padały deszcze, saletra byłaby już dawno wypłókana. Dobywanie saletry rozpoczęto w trzydziestych latach naszego stulecia. Ziemię, zawierającą saletrę, łąguje się gorącą wodą i w ten sposób saletrę sodową otrzymujemy w roztworze. Stężony roztwór przesącza się i sól przy zastyganiu płynu krystalizuje. Otrzymane kryształy stanowią już właściwą saletrę chilijską, jaką posiadamy w handlu. Płyn, który przytem pozostaje w kadziach, nazywa się, jak każdy płyn, z którego cośkolwiek wykrystalizowujemy, ługiem macierzystym.

Jeżeli ług taki będziemy na gorąco odparowywali, co gdzieniegdzie, jak np. w Kreuznach, czynią, to pozostają rozpuszczone jeszcze w nim sole, noszące nazwę soli macierzystych. Ługów macierzystych saletry chilijskiej nie wyparowują do ostatka, lecz z otrzymanych pozostałości wydzielają jeszcze jod, który się w nich w niewielkiej ilości znajduje. Rzeczpospolita Chili jest dziś głównym dostawcą tego, stosunkowo dość rzadkiego, pierwiastku.

Skorośmy więc już poznali, w jaki sposób rośliny czerpią niezbędne do swej budowy ciała ze świata nieorganicznego i z otaczającej nas atmosfery <sup>1)</sup>, przejdziemy teraz do pożywienia ludzi i zwierząt.

---

<sup>1)</sup> Posiadamy dziś w handlu bardzo dokładnie przyrządzone mieszaniny, zawierające wszystkie pożywne, dla roślin

Organizm ludzki, dla podtrzymania swej budowy, potrzebuje ciał organicznych, jakich dostarczają rośliny. W tym celu człowiek spożywa owoce, zboża i t. p. Tę samą usługę oddają mu i zwierzęta, których mięsa używa również na pokarm.

Zwierzęta znów ze swej strony żyją także roślinami lub innymi zwierzętami, tak, że pokarmów dostarcza całe państwo roślinne i zwierzęce.

Wszystkie ciała, które nam służą za pokarm, dostają się do żołądka. W żołądku, a następnie w kiszkiach, te części pokarmów, które stanowią właściwe pożywienie, zostają strawione, to znaczy, przeprowadzone w stan rozpuszczalny, tak, że drogą dyfuzji (patrz str. 19) przenikają do krwi, a ta, obiegając cały organizm, doprowadza do jego części pojedynczych to wszystko, co dla nich jest niezbędne.

Jesteśmy w możności przedstawić poglądowo, w naczyniu, proces trawienia, tak, jak się odbywa w organizmie, pod wpływem soku żołądkowego. Błona żołądkowa wszystkich zwierząt i ludzi wydziela

niezbędne sole, które pod nazwą nawozów kwiatowych przeznaczone są głównie dla ogrodowych i doniczkowych roślin. Przy używaniu kwiatów doniczkowych należy szczególnie być bardzo ostrożnym, żeby nie przesadzić w ilości dodanego nawozu, co przy małych rozmiarach doniczki łatwo przytrafić się może, a dla rośliny jest bardzo szkodliwym. Na kilogram ziemi, zawartej w doniczce, wystarcza około pół grama nawozu, który rozpuścić należy w pół litrze wody. Mocniejsze roztwory mogłyby na korzenie rośliny oddziaływać gryząco i zniszczyć ją zupełnie, tymczasem roztwór, przyrządzony według podanej tu wskazówki, usuwa wszelkie obawy pod tym względem. Wskazana ilość wystarczy na cały rok. Można również podać roślinie tę samą ilość nawozu, podlewając ją co pół roku połową wskazanej ilości.

Dla roślin ogrodowych ilość nawozowych soli miarkuje się podług głębokości, do której ziemię skopano. Jeżeli np. na przestrzeni metra kwadratowego skopano ziemię na głębokość 20 centymetrów, to, biorąc pod uwagę i tutaj ten sam stosunek ziemi do nawozu, co i wyżej, więc 1 : 2000, rozpuszcza się 100 gramów soli w odpowiedniej ilości wody.

pewną substancję, zwaną *pepsyną*. Pozatem w normalnej zawartości żołądka znajduje się zawsze mała ilość, przeciętnie około 0,2 procentu, kwasu solnego. Pepsyna i kwas solny, gdy znajdują się razem, posiadają własność zmieniania nierozpuszczalnych białkowych części pokarmów w rozpuszczalne, czyli, jak zwykliśmy to określać naukowo, białko zamieniają w pepton.

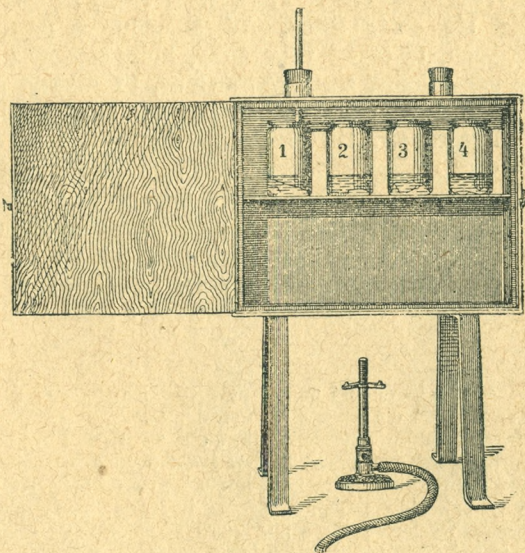


Fig. 13.

Jeżeli błonę żołądkową zanurzymy w glicerynie, to pepsyna przejdzie do niej z łatwością. Takiej też gliceryny, zawierającej pepsynę, użyjemy do doświadczenia, które w bardzo prosty sposób mamy zamiar wykonać.

Mamy przed oczami szafkę zamykaną, wewnątrz której, za pomocą ciepłomierza ustanawiamy temperaturę, odpowiednią dla ciała ludzkiego, a więc  $37^{\circ}$



Celsyusza. Do wnętrza ogrzanej w ten sposób szalki wstawiamy cztery naczynia szklane, każde z małą ilością wody. Do jednego naczynia dodajemy naszego roztworu pepsyny, do drugiego kwasu solnego, a do trzeciego i czwartego nieco pepsyny i kwasu solnego.

Do strawienia użyjemy włóknika, czyli fibryny, o której wiemy z doświadczenia, iż łatwą jest do strawienia (o naturze tego ciała białkowego pomówimy później), oraz ugotowanego na twardo jajka. Do naczyń 1 i 2 wrzucamy po trochu obydwóch tych substancji, podczas gdy do naczynia 3 dodajemy tylko nieco włóknika, a do 4 tylko kawałek ugotowanego jajka.

Ale rozpuszczanie się ciał białkowych nie jest odczynem chemicznym w zwykłym pojęciu, proces odbywa się tu bardzo powoli i wymaga conajmniej pół godziny czasu, żeby był widoczny. Dlatego też dopiero przy końcu naszego odczytu będziemy mieli możność przekonać się naocznie o osiągniętym wyniku naszego doświadczenia. Tymczasem powiemy jeszcze o trawieniu, co następuje.

Kiedy trawiąca działalność pepsyny odbywa się w żołądku jedynie w obecności kwasu (jak to wspominaliśmy, oba te ciała razem tylko mogą przeprowadzić białko w stan rozpuszczalny), w kiszkiach zachodzi nie mniej ważny proces trawienia pod wpływem innej substancji, zwanej *trypsyną*. Ta ostatnia strawia, czyli rozpuszcza spożyte węglowodany i tłuszcze (patrz niżej), czyniąc je w ten sposób pożywnymi dla organizmu. Proces ten ma jednak miejsce tylko w obecności alkali i dlatego to zawartość kiszek posiada odczyn alkaliczny.

Gdy więc poznaliśmy, jaką drogą pokarmy w żołądku i kiszkiach zostają rozpuszczone, z łatwością już pojmiemy, jak, drogą dyfuzji, dostają się

one do krwi i przez tę ostatnią po całym organizmie są rozprowadzane.

Tak jest, zrozumieć byłoby to łatwo, gdyby istotnie sprawa ta była tak prosta, jak ją tu przedstawiliśmy. Ale nasuwają się mimowoli inne pytania, których dotąd nikt jednak rozwiązać nie zdołał.

Mówiliśmy wyżej, jako o rzeczy powszechnie wiadomej, że procesy trawienia zachodzą w żołądku i kiszkaach. Ale wszak żołądek jest sam przez się niczem więcej, jak tylko mięsem, czyli ciałem białkowym (patrz str. 63), dlaczegoż w takim razie nie strawi sam siebie i co go zabezpiecza przeciw działaniu substancji trawiącej? Przecież z łatwością strawiamy np. żołądek gęsi, a choć ułatwiamy sobie to zadanie przez gotowanie, to jednak narówni z tem widzimy, że pies np. spożywa go na surowo.

Na to pytanie odpowiedzi zupełnie zadowolniającej dotąd istotnie nie mamy. Wiemy tylko, że sok żołądkowy posiada odczyn kwaśny, a krew alkaliczny, ztąd należy wnosić, że kwas i alkali wzajemnie się w ściankach żołądka zubożniają, wskutek zaś niedostatku kwasu dalszy proces trawienia może być wstrzymany. Czy taka wszakże jest przyczyna odporności naszego żołądka, napewno nic twierdzić nie można.

Daloby się zaznaczyć wiele innych jeszcze zagadnień w procesie trawienia. Nie chcąc się wszelako posuwać zbyt daleko, wspomnimy tylko jeszcze o jednym pytaniu. Zkąd żołądek posiada tak jasną świadomość przyswajania z pokarmów tych tylko części, których organizm istotnie potrzebuje?

Możemy jeszcze jako tako zrozumieć, że ma on staranie o samym sobie i własne potrzeby w celu ciągłego podtrzymania swojej działalności instynktowo zaspakaja. Ale zkąd np. może on wiedzieć, ile fosforanu wapnia potrzebują dla swej egzystencji kości, a ile mózg? Zkąd bierze on przeświadczenie o tej ilości pokarmów, jakiej młody organizm potrzebuje,

żeby do lat dwudziestu dwóch rozwijać się stale, a po przekroczeniu tego wieku pozostać na jednym poziomie?

Wkroczyliśmy w trudne zagadnienia chemii fizjologicznej i nie będziemy się nad nimi dłużej zastanawiali.

Ale musimy się także przyznać otwarcie, że nie wiemy nawet, co to jest właściwie głód, a co pragnienie. Jeden odczuwa głód w gardle, drugi w żołądku. Tylko natura sama sprawiła, że, przy zbliżaniu się tego przykrego uczucia, uwalniamy się od niego przez spożycie pokarmów, w wyborze których dała nam pole obszerne.

Pokarmy, w znaczeniu chemicznym, podzielić można na trzy wielkie grupy:

- pierwsza: ciała białkowe (razem z klejem),
- druga: tłuszcze,
- trzecia: węglowodany (cukier i krochmal).

Ciała białkowe są to bardzo złożone, azot zawierające substancje, które natura wytwarza w roślinach. Razem z roślinami dostają się one jako pokarm do organizmu zwierzęcego. Organizm przerabia je na bardziej jeszcze złożone białka i, zużytkowawszy do właściwych celów, wydała na zewnątrz z uryną w postaci, stosunkowo dość prostego, w azot obfitującego ciała, zwanego *mocznikiem*. Jeżeli obliczymy ilość mocznika, jaką człowiek dziennie wydziela, to łatwo ztąd możemy wyliczyć ilość ciał białkowych, jaką dla swej egzystencji potrzebuje.

Nazwa białka pochodzi oczywiście od białka, zawartego w jajku kurzem, z biegiem czasu jednak nazwa ta obejmowała coraz szersze, jak widzimy, pojęcie. Rozróżniamy też np. ciała białkowe w wodzie rozpuszczalne i nierozpuszczalne.

Ciała białkowe, rozpuszczalne w wodzie, jak np. białko kurze, ścinają się przy gotowaniu. Prze-

miana ta jest w wysokim stopniu zadziwiająca, gdyż pomiędzy olbrzymią ilością związków, jakie z biegiem czasu udało się chemikom otrzymać, nie znaleziono ani jednego, któryby te same posiadał własności; słaba bardzo jest nadzieja znalezienia go kiedyś, podobnie, jak i otrzymanie w pracowni chemicznej sztucznego białka jest bardzo wątpliwem.

Natomiast główne białko, zawarte w mleku, t. zw. sernik, czyli kazeina, poddaje się gotowaniu i nie ulega zmianie. Niech się jednak dostanie do mleka choćby odrobina kwasu, białko ścina się natychmiast w postaci kłaczków i mleko się warzy, o czym każdy przekonać się może naocznie, dodawszy kroplę octu do mleka.

O ilości sernika i innych częściach składowych mleka i śmietanki poucza nas następująca tabelka:

Mleko		Śmietanka
wody . . . . .	87,70 . . . . .	68,82%
sernika . . . . .	2,91 . . . . .	3,76%
innych rozpuszczalnych ciał białkowych . . . . .	0,52 . . . . .	
łuszczu . . . . .	3,32 . . . . .	22,66%
cukru mlecznego . . . . .	4,84 . . . . .	4,23%
popiołów . . . . .	0,71 . . . . .	0,53%

Podczas gorących dni letnich mleko, jak wiemy, kwaśnieje i ścina się, na pozór samo przez się. To kwaśnienie mleka tłómaczy się w następujący sposób. Oprócz sernika w ilości około 3 procentów, zawiera mleko także cukier mleczny w ilości przeszło 4 procentów, ten zaś, jak wszystkie cukry wogóle, fermentuje, t. j. w sprzyjających warunkach przechodzi w inne ciała, bez udziału jakichkolwiek odczynników chemicznych.

Każdą fermentację wywołują pewne, rozpowszechnione wszędzie w powietrzu, drobnoustroje, grzybki, czyli, jak dziś mówimy, bakterye, które natychmiast

rozpoczynają swoją działalność, skoro tylko znajdą grunt po temu podatny. Tak np. bakterye kwasu mlecznego nazywają się tak dlatego, że mają własność zamieniania cukru mlecznego w kwas mleczny. W ciągu naszych odczytów nieraz jeszcze będziemy mieli sposobność spotykać się z niemi.

Otóż bakterye te dopiero przy 20 do 30<sup>o</sup> ciepłoty oddziaływają na mleko i, dostawszy się doń w dnie gorące, produkują kwas mleczny, który powoduje natychmiast warzenie się mleka.

Gdy więc mleko się ścina, cała ilość sernika zostaje strącona. Zjawisko to jesteśmy w możności wywołać także innym sposobem, mianowicie przy pomocy podpuszczki, a produkt, jaki w tych warunkach otrzymujemy, służy nam za pokarm pod nazwą sera. Podpuszczka jest to ferment, podobny do pepsyny, którą już znamy; ferment ten, zamieniający mleko w ser, znajduje się jednak nie w każdej ściance żołądkowej. Otrzymujemy go wyłącznie tylko z błony śluzowej czwartego żołądka cielęcego.

Przy ważnej roli, jaką odgrywa mleko w odżywianiu niemowląt, długi czas napróżno czyniono usiłowania, żeby płyn ten, sam przez się dosyć trwały, mógł jak najdłużej w stanie słodkim przechowywać.

Dziś używamy w tym celu aparatu Soxhleta. Mleko w zamkniętem naczyniu zostaje tu ogrzane do 100<sup>o</sup>. Osiągamy w ten sposób zupełne zniszczenie wszystkich bakteryi, jakieby się w mleku znajdować mogły, a więc np. bakteryi gruźlicznych, a także uniemożliwiamy dostęp bakteryom gnilnym, któreby mogły doń wpaść z zewnątrz. W ten sposób, aż do chwili otwarcia flaszki, mleko jest zabezpieczone od dostępu nowych bakteryi z powietrza, a zatem i od kwaśnienia.

Ale mleko ogrzane w takim aparacie nie jest już takie same, jak mleko niegotowane, a praktyka dowiodła, iż u niektórych niemowląt takie mleko wywołuje nawet zaburzenia żołądkowe. Różnica pomie-

dzy gotowaniem a niegotowaniem mlekiem polega na tem, że sernik, tłuszcz i cukier mleczny pozostają wprawdzie przy gotowaniu niezmienione, ale owe rozpuszczalne ciała białkowe, znajdujące się w mleku obok sernika, o których wspominaliśmy wyżej (patrz tabelkę na str. 68), nie wytrzymują ciepłoty wrzenia i ścinają się, przez co dla żołądka niemowlęcia są trudne do strawienia. W niegotowanym mleku ilość tych ciał białkowych wynosi około 0,5 procentu, a zatem stanowi blisko szóstą część sernika.

Dotąd mówiliśmy tylko o białkach, które bądź to pod wpływem ciepła, bądź też pod działaniem kwasu, ścinają się. Obok tych białek znamy i takie, które pozostają w stanie płynnym dopóty tylko, dopóki się znajdują w żywym organizmie, ale z chwilą wyprowadzenia na zewnątrz natychmiast się zestalają. Takie ciała znajdujemy we krwi. Krew, stojąc na powietrzu, bardzo szybko rozdziela się na dwie warstwy: stałą i płynną. Stała, czerwono zabarwiona masa, po wypłukaniu wodą jest zupełnie bezbarwna i nosi nazwę *włóknika*, czyli *fibryny*. Jest to ta sama substancja, której użyliśmy do doświadczenia, wyjaśniając proces trawienia. Wiadomo bowiem z praktyki, że jest to ciało, które przy sztucznym trawieniu najłatwiej daje się zamienić w pepton, co dla pogładowej próby przy odczytach jest bardzo pożądanem.

Wierzchni płyn jasny, jaki powstaje w naczyniu po odstaniu się krwi, nosi nazwę *surowicy*. Nowsze badania przekonały, że, gdy jad, wytwarzany przez bakterye błonicy na odżywczych podłożach, na których bakterye te hodują, zaszczepić zwierzętom, to surowica tych zwierząt nabiera leczniczych własności i ludziom, dotkniętym błonicą (difterytem), przywraca zdrowie.

Nie będziemy się dłużej zatrzymywali na trudnym bardzo działale ciał białkowych, do których

w chemicznym pojęciu zaliczyć należy i mięso, ciało bardzo złożone i obfitujące w azot.

Gospodarze rolni, gdy nie mają pod dostatkiem dla bydła paszy, zasiewanej w polu, kupują, jak to powszechnie wiadomo, inny karm, który, dla swej wysokiej wartości odżywczej, paszą pożywną nazwaćby należało. Są to zwykle otręby lub też kuchy, pozostające, jako poboczny produkt w prasach po wytłoczeniu oleju z nasion roślinnych, w tłuszcz bogatych. Analizę otrąb znajdziemy na str. 82. Za paszę tę płacą rolnicy według zawartości białka, która, np. w kuchach słonecznikowych, wynosi około 50 procentów. Jest to najdogodniejszy, a zarazem i najsprawiedliwszy sposób oceniania wartości produktów spożywczych, gdyż zawartość białka można przez analizę chemiczną łatwo określić. Żeby unikać nazwy białka, która profanowi mimowoli nasuwa pojęcie o białku kurzem i zarówno dla rolników, jak i dla szerszego ogółu wydaje się dziwną, przyjęto w handlu nazywać ciała białkowe w paszach *proteinami* <sup>1)</sup>.

A teraz powróćmy do sprawy trawienia i przekonajmy się o wynikach naszego doświadczenia.

Widzimy tu, że w naczyniu 1 pepsyna nie naruszyła ani włóknika, ani ugotowanego na twardo jajka. W naczyniu 2 pod działaniem kwasu solnego napęczniał nieco włóknik, ale się nie rozpuścił, podczas gdy białko kurze pozostało nietknięte.

Natomiast zupełnie inaczej podziałała mieszanina pepsyny z kwasem solnym w naczyniu 3 i 4. W mieszaninie tej, odpowiadającej zupełnie trawiącemu płynowi żołądka, w naczyniu 3 włóknik znikł

---

<sup>1)</sup> Nazwa „*proteiny*“ pochodzi od wyrazu greckiego *πρωτεῖν* — zajmując pierwsze miejsce. Nazwę tę już w latach czterdziestych wprowadzono do nauk, uzasadniając ją ważną rolą, jaką ciała, tą nazwą określane, odgrywają w życiu codziennym.

zupełnie, t. j. rozpuścił się i gdybyśmy plyn zbadali dokładniej, przekonaliśmy się, że zmienił się on w rozpuszczalne ciało białkowe, zwane, jak to wyżej wspominaliśmy, peptonem. Ugotowane na twardo jajko w naczyniu 4 było również silnie naruszone, jakkolwiek nie rozpuściło się zupełnie i nie zdążyło zamienić się całkowicie w pepton, dlatego, że jest trudniej strawne, niż włóknik. Gdybyśmy naszemu doświadczeniu mogli być więcej poświęcić czasu, to byśmy również całą ilość białka otrzymali w roztworze pod postacią peptonu.

Tak się też przedstawia ta sprawa w życiu. Jaja na twardo słusznie uważane są powszechnie za trudnostrawne. Dla zdrowego jednak człowieka jest to rzeczą obojętną, gdy proces rozpuszczania się jajka potrwa nieco dłużej, niż to ma miejsce przy użyciu innych pokarmów, jak np. mięsa. Natomiast człowiekowi niezdrowemu spożywania jaj na twardo nigdy się nie zaleca.

Gdy mowa o białku, nie możemy także pominąć kleju. Chrząstki, kości i cała wogóle t. zw. tkanka łączna organizmu zwierzęcego zawiera substancje, które przy gotowaniu w wodzie przechodzą do roztworu, a otrzymany tą drogą plyn posiada tę własność, iż, po ostygnięciu, tworzy galaretę. Po wysuszeniu takiej zgalareciałej masy otrzymujemy klej stolarski, który w tej formie znajduje szerokie zastosowanie w życiu codziennem.

Klej także posiada dużo azotu, a nawet zawartość procentowa nie wiele tylko się różni od zawartości azotu w ciałach białkowych. Zastępuje też on poniekąd białko w pokarmach, do których, np. przy gotowaniu kości, przechodzi (patrz str. 98). Najwięcej spożywamy go zazwyczaj w zupach i sosach. A oto porównawcze liczby części składowych ciał białkowych i kleju:



	Białko z kurzego jaja	Białko roślinne z pszenicy	Klej
Węgla .	52,25 proc.	54,3 proc.	50,1 proc.
Wodoru	6,90 "	7,2 "	7,5 "
Azotu .	15,25 "	16,2 "	17,5 "
Siarki .	1,93 "	1,0 "	— "
Tlenu .	23,67 "	21,3 "	24,9 "

---



## Wykład IV.

---

Rozmaitość pokarmów.—Masło.—Margaryna.—Sztuczne okrasy.—Mąka.—Rodzaje cukrów.—Ślodycz w owocach—Dyeta chorych na cukrzycę.—Cukier gronowy.—Cukierki.—Farba cukrowa.—Cukier trzcinowy.—Premie wywozowe.—Sacharyna.—Spożywanie pokarmów.—Sól kuchenna.—Żelazo.—W jakim celu gotujemy pokarmy.—Zupy.—Wypiek chleba.—Gotowanie kartofli.

Białko, które razem z pokarmami spożywamy, służy do ciągłego odbudowywania tych części białkowych, jakie organizm przez swój proces życiowy zużywa.

Ale nie tylko w tym celu pokarmów używamy. Różne funkcje żywotne, jak np. rozmyślnie poruszanie się całego ciała lub też mimowolny ruch jego pojedynczych części, np. serca, zużywają siłę życiową, którą pokarmy wciąż muszą podtrzymywać. Węgiel, w pożywieniu zawarty, jak to już w pierwszym odczycie zaznaczyliśmy, spala się na kwas węglany. Mają więc one także zadanie ustawicznie podtrzymywać ciepłotę na wysokości, niezbędnej dla różnych przejawów życiowych.

Do ciągłego wytwarzania kwasu węglanego, który przez oddychanie wydalamy (patrz str. 19), a więc dla podtrzymania stałej ciepłoty ciała, organizm nie potrzebuje wcale pokarmów azotowych.

t. j. białka, gdyż azot w tym procesie nie bierze żadnego udziału.

To też, jak to już wzmiankowaliśmy, natura dała człowiekowi ogromny wybór pokarmów, pozostawiając mu w tym względzie zupełną swobodę, tak, że, w razie koniecznym, nawet i z ciał białkowych, gdy ich ma poddostatkiem, może on czerpać węgiel na potrzeby swego organizmu. Przekonywują nas o tem zwierzęta drapieżne, które wyłącznie żywią się mięsem, mięso zaś, jak nas uczy analiza, nie zawiera prawie wcale substancyj wolnych od azotu (patrz str. 97), jest więc pokarmem czysto białkowym.

Z zupełną więc pewnością można twierdzić, że wyłącznie białkowy pokarm nie jest dla organizmu konieczny; dlatego też człowiek najchętniej spożywa pokarmy mieszane, t. j. w ciągu dnia tak zmienia swoje potrawy, że i białka używa tyle, ile potrzeba na odnawianie się tkanek i pokarm bezazotowy przyjmuje w takiej ilości, żeby organizm był w stanie wykonywać niezbędną pracę i ustawicznie podtrzymywać właściwą sobie ciepłotę. Woda i potrawy płynne dostarczają organizmowi koniecznej wilgoci.

Pokarmy bezazotowe rozpadają się na dwie wielkie grupy: tłuszcze i węglowodany. Ponieważ jak jedne, tak i drugie nie zawierają zupełnie azotu, i jedynie tylko węgiel w nich ukryty posiada wartość odżywczą, więc też obie te grupy wzajemnie mogą się w pokarmach zastępować.

Tłuszcze, które spożywamy, pochodzą przeważnie z państwa zwierzęcego, dostarcza ich nam jednak i państwo roślinne. Ogół nazywa je zwykle olejami, że wspomniany tu olej, dobywany z oliwek, czyli, tak zwaną powszechnie, oliwę. Węglowodany natomiast znajdują się w ciele zwierzęcem tylko w bardzo małej ilości i wszystkie, które za pokarm uży-

wamy, pochodzą z roślin, jak się o tem zaraz będziemy mieli sposobność dowiedzieć.

Z tego, cośmy wyżej powiedzieli, staje się jasnym, dlaczego mieszkańcy Grenlandyi spożywają tyle tranu, t. j. tłuszczu, co się tak dziwnem wydaje wielu podróżnikom. Klimat tamtejszy nie pozwala na uprawę roli, wskutek czego mieszkańcom północy brak pokarmów roślinnych, a więc mąki, cukru i t. d., wszystkie więc potrzeby pokarmów bezazotowych pokrywają przez tłuszcze, a więc przez tran, którego mają pod dostatkiem. W naszych stronach ludzie spożywają obydwie grupy bezazotowych pokarmów: tłuszcze, w postaci okrasz lub masła, węglowodany w postaci chleba lub potraw mącznych, kartofli i t. p. Mieszkańcy południa używają obficie tłuszczów roślinnych, jak np. oliwy. Człowiek zatem, zaspakajając potrzeby swego organizmu odnośnie do tłuszczów i węglowodanów, instynktownie potrafił przystosować się do warunków okolicy, w której żyć musi.

Pod szerokością geograficzną, którą zamieszkujemy, ogromną ilość tłuszczu spożywa się w postaci masła, otrzymywanego z mleka. Mleko, pozostawione w spokoju, daje po pewnym czasie warstwę tłuszczową, która powstaje na powierzchni przez gromadzenie się lżejszych od mleka kuleczek tłuszczowych, skutkiem czego u góry mamy śmietankę, a na dole mleko odtłuszczone, czyli, jak się zwykło mówić, „zbierane.“ Gdy śmietankę poddamy silnemu wstrząsaniu, jak to ma miejsce w maślnicy, kuleczki tłuszczu zbijają się w masę i, przechodząc ze stanu ciekłego w twardy, dają masło.

Ale wysoka stosunkowo cena masła już od dość dawna pobudzała ludzi do szukania sztucznego produktu, któryby je mógł zastąpić. Zadanie to rozwiązał we Francyi Mège-Mouries w początku lat siedemdziesiątych naszego stulecia.

Masło sztuczne otrzymuje się z łoju wołowego, który przy 45°, a więc przy możliwie niskiej cie-

plocie stapiają i pozostawiają na pewien czas do odstania. Wszystkie błonki zwierzęce opadają na dno i ciekły tłuszcz zlewa się z wierzchu. Do tej klarownej cieczy dodają soli kuchennej i pozostawiają na 24 godziny przy 25° Celsyusza, poczem zestalony częściowo tłuszcz wytłacza się przy pomocy pras, ogrzanych do tej samej ciepłoty.

Pozostająca w prasach masa składa się, w znacznej części, ze stearynianu gliceryny i znajduje zastosowanie przy fabrykacji świec stearynowych (patrz str. 29), podczas gdy część płynna, pod nazwą oleomargaryny, używa się do potraw. Fabrykacja oleomargaryny może się jednak opłacać tylko w Ameryce, gdzie olbrzymie ilości bydła, zarzynanego na konserwy mięsne, dostarczają potrzebnej masy łoju, który inaczej z trudnością daje się racjonalnie spożytkować. Oleomargarynę w wielkich ilościach przywożą do Europy i tu ją dopiero przerabiają na masło sztuczne, dodając do niej trzecią część na wagę oleju bawelnianego lub łogowego (sezamowego), oraz połowę mleka krowiego i nieco kurkumy dla nadania żółtawej barwy. Dla gatunków lepszych biorą mleko całe, dla tańszych zbierane. Po starannem wymieszaniu, otrzymany produkt dzieli się na dwie warstwy: wodnistą i twardą. Ta ostatnia stanowi właściwe masło sztuczne, czyli *margarynę*.

Jak widzimy, sposób przygotowania masła sztucznego jest prosty i skoro niezbędną czystość w robocie będzie zachowaną, produkt taki ma zupełną rację bytu; czysty olej bawelniany jest tak do oliwy podobny, że dziś do przyrządzania sardynek francuskich nie używają już wcale oliwy, lecz tylko oleju bawelnianego.

Fabrykacja margaryny i jej sprzedaż podlegają ściśle państwowej kontroli. Dla uboższych warstw ludności, dla których masło krowie jest za drogie, tani ten produkt, choć w smaku masła nigdy nie dorówna, jest zupełnie odpowiedni i śmiało może kon-

kurować z licho przygotowanymi gatunkami masła, które nieraz za najlepsze bywają sprzedawane.

Oprócz masła, używamy do potraw naszych łoju, który rzeźnicy razem z mięsem sprzedają, oraz szmalcu wieprzowego, sprowadzanego do Europy w olbrzymich ilościach z Ameryki Północnej. W handlu posiadamy także sztuczne okrasy do potraw. Składają się one zwykle w oleomargaryny, do której dodano tyle oleju bawelnianego, że całość przybiera pozór szmalcu. Podczas gdy margaryna, wskutek dodatku mleka, powoli ulega zepsuciu, okrasy sztuczne posiadają natomiast nadzwyczajną trwałość i niepodobna im uczynić żadnego zarzutu, skoro są czysto przyrządzone. Tylko kontrola pod tym względem pozostawia nieco do życzenia.

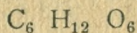
Porzućmy jednak tłuszcze i przejdźmy do *węglowodanów*.

Węglowodany otrzymały swoją nazwę od stosunku, w jakim stoją do siebie pierwiastki, które się na nie składają. Nazwą tą obejmujemy mąkę, cukier i inne ciała, z którymi będziemy mieli sposobność zapoznać się bliżej. Wszystkie zawierają tylko te trzy pierwiastki: węgiel, wodór i tlen. I tak np., cukier, który znajdujemy w winogronach i zład cukrem gronowym nazywamy, składa się z następującej liczby atomów:

Cukier gronowy.

6	atomów	węgla	(w skróceniu	C)
12	"	wodoru	( " "	H)
6	"	tlenu	( " "	O)

a gdy według przyjętej i znanej już nam formy (patrz str. 34) napiszemy to w skróceniu, to otrzymamy wzór:



Stosunek pomiędzy atomami wodoru i tlenu ma się do siebie, jak 2 : 1, jest to taki sam stosunek, jaki spotykamy w wodzie, której powszechnie wiadomy wzór jest  $H_2O$ . Ponieważ dawniej przypuszczano, iż w tej grupie związkowej obok węgla ukryta jest woda, gdyż wszystkie, należące do niej, ciała stosunek taki wykazują, więc całej grupie dano nazwę węglowodanów.

Ale dopiero w ostatnich czasach ogłoszone, prawdziwie zdumiewające, prace Fischera dowiodły, że stosunek liczb, stwierdzonych przez analizę, jest w danym wypadku czysto przypadkowy i nazwa „węglowodany“ zupełnie niewłaściwa. Zatrzymano ją jednakże powszechnie przez wzgląd na dogodne określenie całej gromady związków.

Krochmal, a właściwie mączka krochmalowa, jest ciałem w państwie roślinnym bardzo rozpowszechnionem. Jest to najważniejszy z węglowodanów, jakie człowiek z pokarmami roślinnymi spożywa.

Jak to już na str. 47 zaznaczyliśmy, chlorofilowe ziarna liści czerpią z powietrza kwas węglany, który dla rozwoju roślin jest niezbędny. To też we wszystkich zielonych częściach znajdujemy krochmal. Najwięcej wszelako gromadzi go się w tych organach rośliny, które są dla niej jakby zbiornikami odżywczego materiału (patrz str. 47), a więc szczególnie obfitują weń kłoby i korzenie, owoce i nasiona.

Chociaż wzór chemiczny dla krochmalu, bez względu na to, jakiegoby ten był pochodzenia, jest zawsze jednakowy, a mianowicie  $C_6 H_{10} O_5$ , czyli, że każda cząsteczka krochmalu składa się z sześciu atomów węgla, dziesięciu atomów wodoru i pięciu atomów tlenu, to jednakże pojedyncze ziarna krochmalu, pochodzące z rozmaitych roślin, gdy je pod drobnowidzem rozpatrywać będziemy, wykażą nam najrozmaitszą budowę, którą się wybitnie pomiędzy sobą różnią.



Krochmal w mieszaninie z innymi ciałami (patrz str. 106) spożywamy pod postacią np. chleba. Poza tem, do niektórych technicznych celów, potrzeba go wydzielić w stanie czystym. Do tego służą u nas przeważnie kartofle, pszenica, ryż i kukurydza. Uskutecznia się to fabrycznie w ten sposób, że się np. kartofle rozciera się na miazgę i przepuszcza przez cienkie sita. Wszystkie grubsze części pozostaną na sitach, podczas gdy zawieszona w wodzie mączka krochmalowa splywa do kadzi i powoli na dnie osiada. Po zlaniu zwierzchu płynu, mączkę się obezwadnia i suszy przy niezbyt wysokiej ciepłocie. Wilgotny bowiem krochmal, ogrzany do 50 lub 60°, zmienia się zupełnie, traci swoją budowę i tworzy to, co zwykliśmy nazywać klajstrem.

Odpowiednio do rośliny, z której został wyprodukowany, mówimy o krochmalu: kartoflanym, pszeninym i t. d. Mączki zagraniczne noszą obce nazwy, jak np. arrow-root, który bywa otrzymywany z korzeni różnych podzwrotnikowych roślin, dlatego też nie wszystkie gatunki, które w handlu pod tą nazwą spotykamy, są jednakowe.

Nieco odmiennie wyrabiają krochmal sagowy. Otrzymuje się on z rdzenia niektórych drzew palmowych w taki sam sposób, jak i krochmal z kartofli, t. j. przez wyplókiwanie wodą. Suchy prawie zupełnie materiał przeciera się przez rzadkie sita na ogrzane płyty metalowe. Przesiane krupki zamieniają się na swej powierzchni w klajster i tworzą okrągłe ziarenka, które pod nazwą saga spotykamy w handlu.

Przytoczone niżej analizy wykazują zawartość mączki krochmalowej w nasionach i kłębach tych roślin, z których nasz pokarm głównie czerpiemy. Liczby, dotyczące nasion zbożowych, odnoszą się do mąki, ponieważ je tylko w zmielonej postaci spożywamy.

		Najcieńsza mąka pszenna	Mąka żytnia śred. wart.	Kartofle
Wody . . . . .		14,86	15,06	75,48
Ciał białkowych . . . . .		8,91	11,52	1,95
Tłuszczu . . . . .		1,11	1,79	0,15
Węgio- wodany	(Krochmalu . . . . .	65,93	62,00	20,69
	(Cukru . . . . .	2,23	0,95	—
	(Gumy i dekstryny . . . . .	6,03	4,86	—
	Celulozy . . . . .	0,33	2,01	0,75
	Popiołów . . . . .	0,55	1,71	0,98

Otrębami, o których już na str. 71 była wzmianka, nazywamy łuskę ziarna i to wszystko, co, po zmieleniu zboża, pozostaje w pytle. Używa się ich na paszę dla trzody, a analiza wykazuje nam następujące części składowe:

	Otręby pszenne	Otręby żytnie
Wody . . . . .	13,2	12,5
Białka . . . . .	14,1	14,5
Tłuszczu . . . . .	3,7	3,4
Węglowodanów . . . . .	56,0	59,0
Celulozy . . . . .	7,2	6,0
Popiołów . . . . .	5,8	4,6

Z analiz tu przytoczonych widzimy, że otręby mają w sobie znacznie więcej białka, niż mąka, i dlatego to chleb, zawierający dużo otrąb, uważany jest słusznie za bardzo posilny. Tylko, że wygląd takiego chleba nie jest zbyt ładny, a i smak wiele pozostawia do życzenia, ale dla tej właśnie wysokiej zawartości ciał białkowych chleb z otrąb zalecany bywa chorym na cukrzycę (patrz str. 84).

Celuloza, czyli inaczej t. zw. drzewnik, jak to wskazują analizy, znajduje się we wszystkich gatunkach mąki. Jest tu również węglowodan o wzorze  $C_6 H_{10} O_5$ , ale, że się nie pozwala strawić zupełnie, więc też nie posiada żadnej wartości pożywnej.

Przejdźmy teraz do cukrów. Powiadamy: do „cukrów,” ponieważ w naturze znajduje się cały szereg rozmaitych cukrów, chociaż liczba ich odmian jest mniejsza, niż krochmalów. Znamy wszyscy używany w życiu codziennym cukier trzcinowy, a w ciągu naszych wykładów poznaliśmy cukier mleczny (str. 68) i cukier gronowy (str. 79).

Krochmal i cukier w pojęciu chemicznym są to dwa, w bardzo ścisłym związku z sobą stojące węglowodany, krochmal bowiem z wielką łatwością przechodzi w cukier, a zwłaszcza w cukier gronowy. Z procesem takim spotykamy się w życiu bardzo często. Owoce niedojrzałe nie są słodkie, mogą wszelako, jak np. poziomki, nabrać słodyczy w ciągu paru godzin.

Tłómaczy się to tem, że wskutek dojrzewania, część krochmalu, zawartego w poziomce, przechodzi w cukier. Ale nie jedno tylko dojrzewanie owocu może sprawić to przejście. Bywa ono także i przy oziębianiu owoców niżej  $0^{\circ}$ . Wiemy np., że kartofle, gdy zmarzną, nabierają przykrego wprawdzie, ale słodkiego smaku, zachodzi tu bowiem ta sama, co i wyżej, przemiana.

O przechodzeniu krochmalu w cukier mamy możność naocznie się przekonać w ciągu bardzo krótkiego czasu. Jeżeli małą ilość krochmalu wrzucimy do wody i, dodawszy cokolwiek kwasu, np. solnego, będziemy przez krótką chwilę gotowali, to część krochmalu przejdzie zaraz w cukier, o czem możemy się przekonać za pomocą następującego od czynu.

Dodajmy do wody nieco ługu sodowego i roztworu koperwasu miedzianego. Powstanie szafirowy osad wodoru tlenu miedzi, który przez gotowanie płynu staje się czarny, ponieważ zamienia się w tlenek miedzi. Jeżeli do mieszaniny tej dodamy krochmalu, odczyn nic a nic się nie zmieni. Gdy jednak użyjemy roztworu, który świeżo przyrządziliśmy so

bie przez gotowanie krochmalu z kwasem solnym i teraz dodamy ługu sodowego i koperwasu miedzianego, to nie otrzymamy już tym razem szafirowego osadu, lecz płyn błękitny i klarowny, a gdy go zagotujemy, powstanie nie czarny, jak przedtem, osad tlenku miedzi, lecz czerwony osad tlenku miedzi.

Czerwone zabarwienie, jakie w tych warunkach następuje, stanowi charakterystyczny odczyn dla cukru gronowego<sup>1)</sup>. Cukier ten powstał w danym

---

<sup>1)</sup> Za pomocą tego samego odczynu chemik analityk rozpoznaje chorobę cukrową w urynie, chory bowiem, dotknięty tem cierpieniem, wydziela z uryną cukier gronowy, który z pokarmów mącznych tworzy się w organizmie. Taka uryna, traktowana temi samemi chemikaliami, daje przy gotowaniu nie zupełnie wprawdzie czerwony, ale żółtawo-czerwony osad.

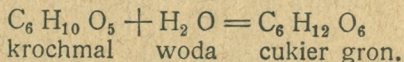
Dyeta, jaką lekarze przepisują chorym na cukrzycę, a która odnośnie do dozwolonych i zakazanych pokarmów i napojów tyle nieraz sprawia kłopotu chorym i ich otaczającym, po tem wszystkim, cośmy wyżej powiedzieli, jest łatwo zrozumiałą. Białko w cukier przechodzić nie może, ponieważ pomiędzy niem a cukrem niema prawie żadnej łączności chemicznej. (O zjawisku takim może być mowa chyba tylko w najwyższym stadium tej choroby, kiedy już cały proces przemiany materii w organizmie jest zakłócony i o tym wypadku mówić tu nie będziemy). Pomiedzy tłuszczem a cukrem również nie zachodzi żadna łączność chemiczna, ale za to przed chwilą właśnie mieliśmy sposobność się przekonać, jak blizkimi sobie są krochmal i cukier i jak się pierwszy w drugi zamienia.

Gdy spożywamy np. chleb, to krochmal, w nim zawarty, zostaje w kiszkaach przez trawienie zamieniony w cukier, a że ten jest łatwo rozpuszczalny, więc drogą dyfuzji (patrz str. 19) przenika w ustrój krwionośny. Gdy organizm pracuje prawidłowo, wszystek cukier zostaje zużyty i jego węgiel ostatecznie zamieniony w kwas węglany, a wodór utleniony na wodę; w urynie nie wykryjemy wówczas ani śladu cukru. Ale przez organizm, dotknięty cukrzycą, część cukru przechodzi niezżyta i wydziela się z uryną, gdzie go chemiczna analiza wykrywa z łatwością. Tu już organizm nie funkcjonuje jak należy, gdyż cukru, jaki się do krwi dostaje, nie zużywa w zupełności, a obecność jego w urynie potwierdza nieprawidłowy przebieg czynności życiowych organizmu. Człowiek chory na cukrzycę, jeżeli spożywa pokarm białkowy i tłuszczowy, to jest mięso, jaja, masło

razie z krochmalu przy gotowaniu z kwasem solnym. Z chemicznego punktu widzenia taka przemiana jest łatwo zrozumiałą. Niech tylko krochmal przyłączy cząsteczkę wody  $H_2O$ , zamieni się natychmiast w cukier gronowy

krochmal składa się z	przybiera z wodą:	i daje cukier gronowy, składający się z.
6 atomów węgla,		6 atomów węgla,
10 atomów wodoru,	2 atomy wodoru,	12 atomów wodoru,
5 atomów tlenu,	1 atom tlenu,	6 atomów tlenu,

a gdy to wszystko napiszemy w skróceniu, to otrzymamy równanie:



Pomiędzy krochmalem a cukrem gronowym istnieją jeszcze produkty pośrednie. Najlepiej znana z nich jest dekstryna, która się tworzy, gdy krochmal prażyć przy ciepłocie  $170-200^{\circ}$ .

Przez gotowanie krochmalu z kwasami otrzymują cukier fabrycznie i produkt taki nosi w handlu nazwę — syropu kartoflanego, albo cukru gronowego. Cukier ten niełatwo otrzymać w stanie twardym, gdyż z trudnością daje się krystalizować, co nawet

---

† t. p., czyli materje pochodzenia zwierzęcego, cukru wcale nie wydziela. Natomiast cukier, potrawy mączne, owoce i t. d., jednem słowem, pokarmy pochodzenia roślinnego, które, jak to już wiemy z analiz (patrz str. 82), zazwyczaj dużo zawierają krochmalu, pociągają za sobą mniej lub więcej obfite wydzielanie się cukru, skutkiem zachodzącej w organizmie przemiany. Dlatego też chorym zaleca się unikanie, o ile możności, mącznych pokarmów.

Gdy choroba rozwinięta jest w stopniu niezbyt ciężkim, a cięższy jej przebieg na szczęście zdarza się stosunkowo dość rzadko, lekarz pozwala niekiedy choremu spożywać nieco bułki lub chleba. Chory zużywa wtedy większą część węglowodanów na potrzeby swego organizmu i tylko małą ich cząstkę oddaje nieużytą.

w pracowni chemicznej tylko z wielkim mozolem można skutecznie. To też handlowy produkt ma zawsze postać gęstego syropu. Syrop ten wybornie niekiedy daje się używać zamiast miodu i znajduje zastosowanie przy labrykacyi pierników, przeważnie jednak używany bywa do cukierków, do których szczególnie się nadaje ze względu na to, że cukierki nie powinny nigdy być tak twarde, jak np. cukier zwyczajny.

Pozatem używa go się także do otrzymywania farby cukrowej. Jeżeli pewną ilość syropu ogrzewać będziemy w naczyniu szklanem aż do ciemno-brunatnej barwy i po ostudzeniu dodamy nieco wody, to ostatnia zabarwi się natychmiast na żółto-brunatny kolor lub przybierze barwę, bardzo zbliżoną do korniaku. Gdy woda postoi nieco dłużej, to zabarwienie stanie się mocniejsze i przypominać będzie kolorem ciemne piwo. Nie należy wszelako przypuszczać, by to ostatnie było w ten sposób farbowane. O piwie w swoim czasie pomówimy także, tymczasem zaś zaznaczymy tylko, że farba cukrowa nadaje się doskonale do barwienia potraw i produktów spożywczych, ponieważ jest zupełnie nieszkodliwa.

Z cukrem gronowym rzadko się w życiu codziennym spotykamy. Wspomnieliśmy tu o nim jedynie ze względu na blizki jego związek z innymi odmianami cukru i łatwość, z jaką powstaje z krochmalu.

O wiele więcej zajmuje nas cukier trzcinowy, który po kilka razy dziennie mamy w rękach i którym słodzimy nasze potrawy. Zanim w użycie wszedł cukier, używano w tym samym celu wyłącznie miodu, pytanie jednak, czy słodkie potrawy z ich smakiem miodowym, podawane na słynnych ucztach dawnych rzymian lub w średnich wiekach na stołach patrycyuszów norymberskich, zadowolniłyby nasz smak dzisiejszy.

Cukier trzcinowy, jak to sama nazwa jego wskazuje, pierwotnie otrzymywany był wyłącznie

z trzciny cukrowej. Dobywano go jednak tylko w klimacie południowym, a europejczycy zapoznali się z nim w czasie pochodów krzyżowych. Sprowadzali go najwięcej kupcy weneccy i rozpowszechniali po Europie.

W owe czasy umiano wszakże otrzymywać tylko słodki sok z rośliny, czyli syrop. Otrzymanie cukru w stanie twardym odnosi się do roku 1400. Mniej więcej w sto lat później nauczono się ulepszać go przez rafinowanie, t. j. twardego produktu rozpuszczano powtórnie w wodzie, roztwór klarowano i, po zagotowaniu już zupełnie klarownego płynu, poddawano go znów krystalizacji, wskutek czego cukier robi się znacznie czystszy. Ług macierzysty, jaki przytem powstaje, zawiera jeszcze sporo niewykryształowanego cukru i posiada smak bardzo słodki. Produkt ten, i dziś jeszcze przy rafinowaniu trzciny otrzymywany, sprzedawany bywa pod nazwą syropu, jako tani środek słodzący.

Skoro tylko się udało cukier uczynić towarem łatwo przewożowym i nadać mu przyjemny dla oka pozór, rozwinęła się natychmiast na ogromną skalę jego fabrykacja we wszystkich krajach, których klimat do tego się nadawał, rzucono się gorliwie do uprawy trzciny cukrowej. Tak np. w Ameryce Środkowej, a specjalnie na Antyllach, gdzie już w roku 1506, a więc w kilkanaście lat po odkryciu Ameryki, trzcinę sprowadzono, w szesnastym i siedemnastym wieku, z pomocą przywiezionych z Afryki niewolników, uprawiano tyle trzciny cukrowej, że inne kraje, a pomiędzy nimi Indye Wschodnie, zmuszone były całkowicie lub częściowo produkcji zaniechać. Do Sy-cylii, najbardziej na północ wysuniętego kraju, w którym trzcina cukrowa dojrzewała, przywieźli ją dawno zwycięzcy Arabowie. Ale i z tamąd, czyli z Europy wogóle, wyrugowała ją w swoim czasie amerykańska nadprodukcja.

W r. 1747 berliński chemik, Marggraf, zrobił

pierwszy odkrycie, że buraki zawierają taki sam cukier, jak i trzcina cukrowa. Dla europejskich gospodarstw rolnych miało to odkrycie niesłychaną doniosłość; odtąd uprawa buraków, które dojrzewają w środkowej Europie i dają taki sam cukier, jak i, wymagająca klimatu podzwrotnikowego, trzcina cukrowa, stała się nową i na długie lata zyskowną gałęzią produkcji rolnej.

Marggraf poznał się doskonale na znaczeniu, jakie odkrycie jego posiadało. Krewny jego, Achard, wziął się natychmiast do otrzymywania tą drogą cukru na wielką skalę, wszelako przedsięwzięcie nie powiodło mu się, ponieważ przy niskiej cenie cukru kolonialnego, fabrykacya europejska w owe czasy nie mogła się jeszcze opłacać. Dopiero zmiany polityczne poprawiły sprawę. Zamknięcie przez Napoleona portów europejskich przed Anglikami spowodowało, że wszystkie, przywożone przez nich z kolonii do Europy towary, ogromnie podskoczyły w cenie, a z wprowadzeniem cel ochronnych, cena funta cukru podniosła się do dwóch talarów. W tych warunkach oczywiście produkowanie cukru z buraków mogło się już opłacać i wkrótce też bardzo gorliwie zabrano się do tego.

Gdy zakaz dowozu został później uchylony, mnóstwo cukrowni europejskich znów upadło, ale na punkcie fabrykacyi cukru zdobyto już tyle doświadczenia, że rywalizowanie z cukrem kolonialnym stało się możliwem, zwłaszcza wtedy, gdy produkt ten obłożono wysokiem cłem wwozowem na rzecz skarbu.

Z biegiem lat fabrykacya cukru z buraków doszła do olbrzymiego rozwoju, i postęp, uczyniony w tej dziedzinie, jest wprost zdumiewający. Nauka i technika uzupełniały się wzajemnie na tem polu, a następujące cyfry najwymowniej nas o tem pouczają. Dla dobycia jednego centnara cukru potrzebowano buraków:



w roku 1836	—	18	centnarów
„	1842	—	16 „
„	1857	—	12 „
„	1871	—	11 „
„	1894	—	7 $\frac{1}{2}$ „

Marggraf w swoim czasie określił zawartość cukru w burakach na 6 procent. Przez odpowiedni wybór nawozów, przeważnie sztucznych, podniesiono tę zawartość do 14, a nawet 16 procent.

Dla wydobycia cukru buraki zostają drobno pokrajane i w ciągu paru godzin wytrawione w szeregu kotłów, zwanych saturatorami. Otrzymany tą drogą sok cukrowy musi być wyparowany. Nastęcza to duże trudności, ponieważ cukier przy długim gotowaniu zmienia się i powoli traci własność zestalania się, t. j. przemiany w cukier krystaliczny. Trudność tę wszelako dawno już pokonano przez gotowanie soku w odpowiednich warunkach.

Ponieważ roztwory cukru zmieniają się przez gotowanie, a sok dla wykryształizowania musi być zgęszczony, więc wyparowują go nie w naczyniach otwartych, lecz w powietrzu silnie rozrzedzonym, wskutek czego punkt wrzenia plynu zostaje znacznie obniżony. Zjawisko to tłumaczy się w następujący sposób:

W ciągu naszego pierwszego wykładu przekonaliśmy się naocznie o ciśnieniu powietrza (patrz str. 14). Para wodna, podnosząc się, musi przemódcz to ciśnienie, jeżeli woda ma być zamieniona we wrzątek. Gdy z zamkniętego szczelnie kotła miedzianego, jakiego np. w cukrowniach używają, z pomocą pompy ssącej usuniemy powietrze, to para wodna znacznie łatwiej będzie się podnosić i woda parować zacznie już nie przy zwykłej ciepłocie 100<sup>0</sup> Celsyusza, lecz przy znacznie niższej temperaturze. Zjawisko to będzie jeszcze łatwiejszem do zrozumienia, gdy dodamy, że na szczycie Montblanc woda wre przy 85<sup>0</sup>, ponieważ na powierzchnię jej oddzia-

ływa o tyle lżejszy słup powietrza, t. j. o tyle mniejsze ciśnienie atmosfery, o ile szczyt góry wyższym jest od poziomu, na którym woda wrze przy 100°.

Sok przenosi zupełnie bezpiecznie obniżoną temperaturę wrzenia, jaką osiągamy w aparatach próżnicowych. Ze zgęszczonego dostatecznie soku, po ostygnięciu, wydziela się cukier w postaci nieco żółtawo zabarwionych kryształów. Produkt ten nosi nazwę cukru trzcinowego i oczyszczony przez rafinowanie, w postaci głów idzie do handlu. Dla zupełnego obezbarwienia używa się węgla zwierzęcego (str. 53).

Po wykrystalizowaniu cukru pozostaje ług macierzysty (patrz str. 62), który w cukrownictwie nosi nazwę melasy. Melasa ma smak szkaradny, więc nie jest jadalna, jak odpowiedni produkt z trzciny cukrowej (patrz str. 87). Zawiera ono sporo jeszcze cukru i wydobycie go z melasy długi czas wydawało się zadaniem bardzo trudnym. Mimo to z pomocą chemii udało się trudności pokonać i od 15 lat z tych odpadków cukrowniczych wydobywa się wszystek cukier.

Wspominaliśmy już wyżej o opłatach skarbowych, osiąganych z cukru. Opłaty te z biegiem czasu podlegały wielu zmianom. Dopóki na rynkach był wyłącznie tylko cukier kolonialny, opodatkowywano go, jak wiele innych, nadających się po temu artykułów handlu, jak np. kawę, herbatę i t. d., przez odpowiednie opłaty celne. Gdy jednak cukier zaczęto wyrabiać w kraju, państwu pozostawało albo zrzec się dochodów z tego źródła, albo też opodatkować własny cukier. Najdogodniejszy system opodatkowania cukru polega na tem, że odpowiednią opłatę pobiera się od ilości buraków, jaką fabryka przerabia, biorąc za zasadę, że pewna określona ilość buraków daje określoną ilość cukru. W ten sposób państwo pozostawia fabrykom swobodę w wyborze

sposobów przerabiania surowego materiału i daje pole do nieustannych ulepszeń w fabrykacji.

Skoro w niektórych krajach produkcya osiągnęła takich rozmiarów, że nietylko potrzeby wewnętrzne były zaspokojone, lecz okazała się możność wywozić cukier z kraju i sprzedawać go na rynkach zagranicznych, opłata, pobrana od wywiezionego cukru na rzecz skarbu, musiała być fabrykantowi przez państwo zwrócona. W tych bowiem tylko warunkach mógł on produktem swoim konkurować w kraju, gdzie cukier żadnym nie jest obciążony podatkiem. Dało to początek tak często nam dziś o uszy obijającemu się określeniu „premie wywozowe.”

Jeżeli np. fabrykant zapłacił w swoim czasie tyle podatku, jak gdyby z dziesięciu centnarów buraków produkował jeden centnar cukru i, jeżeli mu się udało przez ulepszenia w fabrykacji wydobyć tę samą ilość np. z dziewięciu centnarów, to, w razie wywiezienia cukru za granicę, otrzymywał z powrotem opłatę za dziesięć centnarów buraków, podczas gdy od tegoż samego cukru wniósł do skarbu opłatę za dziewięć. Tym sposobem pierwotny zwrot podatku zamienił się w „premię wywozową” i ta właśnie okoliczność stała się najsilniejszym bodźcem do wprowadzania coraz to nowszych ulepszeń w fabrykacji, każde bowiem zwiększenie wydajności cukru przynosi z sobą czysty zysk w postaci powiększającej się wciąż tą drogą premii wywozowej.

Do cukrów musimy tu także zaliczyć i najnowszą substancję słodzącą, mianowicie sacharynę. Nazwa ta pochodzi od łacińskiego wyrazu *saccharum* cukier.

W masie związków chemicznych, jakie znamy, wiele z nich posiada właściwy sobie smak. Tak np. kwasy otrzymały swoją nazwę dlatego, że pierwsze, które poznano, miały smak kwaśny.

Zasady, jak: potas i sól, posiadają smak gryzący, ługowaty. Sole, czyli połączenia kwasów z za-

sadami (patrz str. 61), mają smak słony, gorzko-słony, a niekiedy zupełnie są bez smaku. Olbrzymia liczba związków, która pod te trzy kategorie podporządkować się nie daje, posiada pod względem smaku najrozmaitszy charakter. Prócz właściwego cukru, znano już i dawniej niektóre związki ze smakiem słodkawym, jak np. glikokol i inne. Ale jeden z pośród nich szczególnie się wyróżnia, słodycz jego bowiem przewyższa do 300 razy właściwą słodycz cukru. Ciałem tem jest sacharyna. W pojęciu chemicznem jest to ciało bardzo złożone i z charakteru swego jest kwasem sulfamidobenzoesowym.

Sacharyna nie posiada żadnej wartości pożywej, pominąwszy już tę okoliczność, że tylko w bardzo drobnych dawkach można ją używać. Daje się ona, jak cukier, stosować do słodzenia najrozmaitszych potraw i nie stwierdzono żadnych szkodliwych następstw dla organizmu, jakieby za sobą miała pociągać. Największą korzyść z niej osiągają chorzy na cukrzycę, którzy w ten sposób mogą słodzić swoje pokarmy, do wynalezienia zaś sacharyny odczuwali dotkliwie brak słodyczy w potrawach.

I trudno się temu dziwić. Spożywając pokarmy, zadawaliśmy nietylko nasze fizyczne potrzeby. Przejawy duchowe również grają w tem ważną rolę. Jedne i te same pokarmy przyjmować możemy wtedy tylko, gdy przez odpowiednie przyprawy smak ich został urozmaicony. Jest prawdopodobnem, że substancje takie, jak sól, pieprz, gorczyca i t. p. pobudzają trawienie. Gorące napary herbaty lub kawy, czyli t. zw. pożywki, jakkolwiek same przez się żadnej prawie wartości pożywej nie przedstawiają, chętnie pijemy codziennie, gdyż z doświadczenia wiemy, iż tylko z ich pomocą możemy spożyć odpowiednią ilość właściwej substancji pożywej, to jest cukru.

Pośrednie miejsce między materjami spożywcami a pożywkami, zajmują napoje wysokowe,

które wszakże więcej się do pożywek zublizają, jak się o tem w dalszym ciągu dowiemy.

Doświadczenie poucza nas, że człowiek ogromnie łatwo się do pewnych pożywek przyzwyczaja, a przy nieustannem używaniu jednych i tych samych substancji, doznaje albo przesytu, albo czuje potrzebę przyjmowania ich w coraz to większej ilości, co znów w pewnych wypadkach, wskutek przebrania miary, może pociągać za sobą szkodliwe następstwa.

Ztąd wypływa potrzeba ciągłej przemiany potraw i przypraw. Wiedzą o tem najlepiej gospodynie i codzienna praktyka w tym względzie ułatwia im to zadanie.

Udoskonalanie potraw jest dążnością nietylko, że nie naganną, lecz przeciwnie, jest równie uzasadnioną, jak wszystkie inne dążenia do uprzyjemniania życia. Nie myślimy oczywiście kruszyć tu kopii w obronie wyszukanych obiadów z nieskończenie długą listą potraw, lecz chcemy tylko powiedzieć, że ze wszech miar godnem kobiety jest zadanie dokładać wszystkich starań, żeby to wszystko, co na stół podawanem bywa, mogło być z przyjemnością, a tem samem i z korzyścią, spożyte. Niech kto chce upatruje w jedzeniu niską funkcję zwierzęcą, nie da się nigdy zaprzeczyć, że pokarm i napój podtrzymują ciało i ducha.

Przygotowywanie niektórych pokarmów na wielką skalę posiada także niemalą korzyść dla spożywców. Mieszkańcy miast np. zaopatrują się w chleb u piekarza i mają go codzień świeży i wyborny w smaku. Tymczasem po wsiach, gdzie się chleb tylko na własną potrzebę wypieka, czynić tego codziennie niepodobna. Nikomu też chyba nie przyjdzie do głowy dopatrywać się w tem ulepszeniu marnotrawstwa lub zniewieściałości.

Doniosłe znaczenie mają dziś także przeróżne

konserwy<sup>1)</sup>, które sprawiły, iż zimą możemy mieć jarzyny za taką samą prawie cenę, co i latem. Konserwy z mięsa i ryb pozwalają bez nadzwyczajnych kosztów urozmaicać szereg codziennych potraw.

Znane przysłowie francuskie „*toujours des perdrix*“ jest najlepszym dowodem, że nawet najwytworniejsze i najsmaczniejsze potrawy wywołują przeżyty, gdy bez zmiany będą spożywane.

I nietylko o człowieku, lecz i o zwierzętach mięsożernych daje się to samo powiedzieć. Wiemy np. że nawet szczury padają, jeżeli przez pewien czas żywione są wyłącznie tylko mięsem gotowanym; zdychają z głodu, nie ruszając mięsa, którem się przeżyły.

U ptactwa wszakże nie spostrzegamy już tego zjawiska. Hodowane w kurniku, lata całe otrzymuje za pożywienie jedno i to samo ziarno, bez żadnej widocznie szkody.

Do pewnego może stopnia daje się to wytłómaczyć tem, iż ziarno zbożowe już samo w sobie zawiera mieszaninę środków spożywczych, jak nas o tem pouczają rezultaty analiz, przytoczone na str. 81.

Prócz białka, tłuszczu i węglowodanów, organizm nasz potrzebuje jeszcze wody i soli nieorganicznych.

Z nieorganicznych soli bezpośrednio spożywamy jedynie sól kuchenną, którą rozmyślnie do mnó-

---

<sup>1)</sup> Przyrządzanie konserw mięsnych odbywa się zupełnie w taki sam sposób, jak to czyni się z mlekiem w aparacie Soxhleta, gdy chcemy je zrobić trwałem (patrz str. 69). Przeznaczony do zakonserwowania artykuł spożywczy układa się w puszkach z białej blachy, dopełnia wodą i szczelnie lutuje. Puszki pozostawia się przez dłuższy czas we wrzącej wodzie, skutkiem czego wszystkie drobnoustroje, zatem i bakterye gnilne, zostają zabite, a pokarm, w puszcze zawarty, zabezpieczony od zepsucia.

stwa potraw dodajemy. Zdaje się nawet, że używanie soli wpływa dodatnio na organizmy zwierzęce. Widzimy bowiem, że wiele zwierząt chętnie liże sól kamienną, gdy im się po temu nadarzy sposobność.

Inne sole nieorganiczne, których, jak np. fosforanu wapnia, organizm potrzebuje do budowy kości, czerpiemy z pokarmów; znajdują się one tam w dostatecznej ilości, jak to już wiemy z analiz przytoczonych wyżej i, jak się o tem w dalszym ciągu jeszcze niejednokrotnie przekonamy. Ogólna ilość soli nieorganicznych podaje się w analizach zawsze pod postacią popiołów.

Ze składowych części popiołów jedna tylko posiada ogólniejsze znaczenie. Jest to mianowicie żelazo. Ilość żelaza, jaką organizm dziennie może potrzebować, jest bardzo mała. Obliczono ją na 0,15 miligramu na kilogram żywej wagi, co, przy 50 kilogramach wagi ciała, nie wynosi nawet 3 gramów w ciągu roku. Mimo to jednak, jest rzeczą powszechnie wiadomą, że niedostatek żelaza w organizmie spowodowuje blednicę i inne zaburzenia. Gdy człowiek zdrowy łatwo wyciąga z pokarmów potrzebną sobie ilość żelaza, organizm, dotknięty pewnymi chorobami, jak np. blednicą, posiada tę zdolność w tak słabym stopniu, że, chcąc go zniewolić do wchłonięcia dostatecznej ilości, trzeba za pomocą lekarstw żelazo sztucznie doprowadzać. Trudnym tylko bywa niekiedy wybór właściwego środka lekarskiego, w którym żelazo ma być podane choremu, ponieważ organizmy niektórych osób bardzo się rozmaicie względem tych leków zachowują. W tem też leży przyczyna, że wciąż nowe i nowe preparaty żelazne wchodzi w użycie. Mimo to jednak, sporna dawniej kwestya, czy wogóle żelazo, podane choremu w lekarstwie, przyczynia się cośkolwiek do przysparzania mu krwi, stała się dziś pewnikiem tak niewątpliwym, że każdy

prawie lekarz uznaje przy niektórych cierpieniach wartość preparatów żelaznych.

Na zakończenie podamy tu w miligramach cyfry, dotyczące ilości żelaza, zawartego w rozmaitych artykułach spożywczych. W zestawieniu takim, jakie tu podajemy, nie były one, zdaje się, dotąd nigdzie jeszcze przedstawione i wielu nadaje im szczególne znaczenie.

W 100 gr białka znajdują się zaledwie ślady żelaza.

W 100 gr. wina białego	znajd. się	0,1	mlgr. żelaza
" " wina czerw.	"	0,16	" "
" " mleka krowiego	"	0,3	" "
" " wina jabłecz.	"	1,3	" "
" " ryżu	"	1,5	" "
" " kartofli	"	1,6	" "
" " mięsa wołowego	"	2,0	" "
" " szpinaku	"	4,5	" "
" " pszenicy	"	4,8	" "
" " grochu	"	5,6	" "
" " żółtka <sup>1)</sup>	"	10,0—22,5	" "

Omówiwszy wszystkie poszczególne grupy ciał, jakich na pokarm używamy, powiemy jeszcze słów parę o pożytku gotowania.

W tym względzie różne zwierzęce i roślinne pokarmy zachowują się bardzo rozmaicie.

Co się tyczy pokarmów zwierzęcych, a w szczególności samego mięsa, to ten, czy ów sposób przyrządzenia jest dla jego wartości pożywnej prawie bez znaczenia. Wiemy np., że surowy skrobany befszyk, gdy tylko odpowiednio z solą i pieprzem jest przyprawiony, uważa się za pokarm szczególnie posilny, i pogląd taki nie jest bynajmniej nieuzasadniony. Ryb lub ptaków na surowo wprowadzie ja-

<sup>1)</sup> Zawartość żelaza w żółtku zmienia się odpowiednio do pory roku, najwyższa wszelako jest w porze lęzenia.



dać nie możemy, ale przez gotowanie lub pieczenie ich wartość pożywna wcale się nie zmienia. Przez pieczenie, czyli umiarkowane ogrzewanie mięsa z tłuszczem topionym, tworzą się pewne substancje o przyjemnym zapachu, które, podniecając smak, ułatwiają spożycie potrawy.

Podajemy tu w zestawieniu pięć analiz, których cyfry powinny poprzeć nasze dowodzenia.

	wody	białk nowych	tłuszczu	białk gowych	popiołów
Świeże mięso wołowe, które zawierało . . .	70,88	22,51	4,52	0,86	1,23
po ugotowaniu zawierało . . .	56,82	34,15	7,50	0,40	1,15
w postaci befsztyku zawierało .	55,39	34,23	8,21	0,72	1,45
kotlet cielęcy zawierał przed usmażeniem . .	71,55	20,24	6,38	0,68	1,15
po usmażeniu .	57,59	29,00	11,95	0,43	1,43

W przytoczonych tu analizach uderza nas przede wszystkim, że mięso wołowe po ugotowaniu mniej zawiera wody, niż w stanie surowym. Tłómaczy się to tem, że włókna mięsne zbiegają się w gorącu. Jeszcze wszakże więcej uderzającym jest to, że gotowane mięso wołowe, czyli, jak się zwykło u nas mówić, sztuka mięsa, w liczbach tak mało odbiega od befsztyku, że ilość białk jest w obydwóch ta sama. Większą różnicę widzimy tylko przy ciałach wyciągowych, których ilość w befszty-

ku jest blisko dwa razy większa, niż w sztuce mięsa.

Pod nazwą ciał wyciągowych pojmujemy w analizie wszystkie te substancje, które przez gotowanie przechodzą do wody i ani do ciał proteinowych, ani do tłuszczów nie mogą być zaliczone. Są to właśnie te same ciała, które w podniecający sposób, jak to wiemy z doświadczenia, oddziałują na nasz smak. Jeżeli część ich zostanie usunięta, jak to właśnie ma miejsce przy gotowaniu sztuki mięsa, staje się ono mdłe i już go nie zjadamy z takim smakiem. Z pomocą niektórych przypraw daje się naturalnie smak sztuki mięsa polepszyć, o tyle wszakże tylko, o ile mięso nie będzie do tego stopnia wygotowane, że mu już żadne przyprawy nie pomogą, pożywna zaś wartość sztuki mięsa nic nie ustępuje innym potrawom mięsnym.

W ten sposób niechcący natknęliśmy się na pytanie: jak należy gotować mięso dla przygotowania rosółu? W wielu stronach świata zupy tej nie znają wcale, u nas wszelako jest ona w powszechnym użyciu. Chodzi nam tu o wyjaśnienie, czy mięso w tym celu gorącą, czy też zimną wodą nalewać należy. Doświadczenie, które wykonamy, najlepiej nam odpowie na to pytanie.

Nieco siekanego mięsa oblewamy zimną wodą. Umyślnie tu bierzemy mięso siekane, ażeby otrzymać większą powierzchnię, a tem samem i rezultaty wyraźniejsze. Po dokładnem zamieszaniu masę odcedzamy, przez co osiągamy płyn pięknej jasno-różowej barwy, która pochodzi od niewielkiej ilości barwnika krwi, znajdującej się w mięsie. Gdy otrzymany płyn w naczyniu szklanem zgotujemy, to zobaczymy, że barwa jego stanie się szarą; barwnik krwi nie przenosi gorąca i natychmiast się zmienia. Oprócz tego z płynu wydzielili się masa kłaczków, które, jak badania pokazały, są białkiem. Zimna woda zatem wytrawiła z mięsa nieco rozpuszczalnego

białka, które przez gotowanie musi się ściąć. Gdy więc rosół „szumujemy”, jak to się mówić zwykło, usuwamy w ten sposób wszystkie jego części białkowe, czyli, że chcąc, aby rosół miał lepszy pozór, wyrzekamy się jego pożywnych własności.

A teraz oblejmy drugą porcję siekanego mięsa wrzącą wodą i pozwólmy mu się jakiś czas gotować. Mięso przybiera natychmiast właściwy sztytu mięsa szary kolor, gdyż barwnik krwi nie wytrzymuje gorąca. W gotującym się płynie widzimy bardzo niewiele kłaczków białkowych, a skoro go przesączymy, otrzymamy zupełnie klarowny płyn, który przy dalszem gotowaniu nie zmienia się zupełnie.

W tym razie przebieg był następujący. Woda wrząca, nalana na mięso, spowodowała odrazu ścięcie się części białkowych na jego powierzchni, drobne pory w mięsie zostały zatkane, skutkiem czego substancje wyciągowe pozostały wewnątrz prawie w całości. Podobnie, jak w naszym doświadczeniu, ma się rzecz i w praktyce kuchennej. Gdy chcemy mieć sinaczny rosół, kładziemy mięso w zimną wodę, gdyż w ten sposób najwięcej części wyciągowych zdołamy wytrawić. Ale sztuka mięsa straci wówczas na smaku. W tym więc razie, gdy nam bardziej zależy na dobrym smaku mięsa, bierzemy wodę gorącą, tylko, że rosół wypadnie wówczas znacznie gorzej.

Rosół zresztą spożywamy więcej dla smaku, niż dla jego wartości pożywnej, która jest bardzo niewielka. Przekonają nas o tem znów najlepiej cyfry.

Rosół, który poddano analizie, przyrządzony został w sposób zwykły z 500 gramów mięsa wołowego i 190 gramów kości. Znalezione w nim:

wody . . . . .	95,18	procentu
ciał proteinowych . . . . .	1,19	„
tłuszczu . . . . .	1,48	„
substancyj wyciągowych . . . . .	1,83	„
popiołów . . . . .	0,32	„

Widzimy zatem, że główną częścią składową jest tu woda. Ciała proteinowe, to przeważnie klej, gdyż białka ścięły się w gorącu, a przez szumowanie były usunięte. Ilość tłuszczu jest również nieznaczna. Gdy pomimo to jednak spożywamy rosół ze smakiem i odczuwamy, iż podnieca on nasz ustrój nerwowy, to własność tę przypisać należy tylko substancjom wyciągowym i zawartym w nich sołom potasowym, które podobny wpływ na organizm wywierają. Popioły analizowanego rosółu składały się w połowie z potasu, w połowie z kwasu fosforowego. Zwyczaj dodawania jarzyn do rosółu ma na celu jedynie tylko poprawienie smaku.

Gotowanie, pieczenie etc. odgrywa bezwątpienia ważniejszą rolę przy pokarmach roślinnych. Z wyjątkiem bowiem owoców, wszystkie produkty tego rodzaju są do jedzenia za twarde. Tkanka organizowana, której zawdzięczają swój kształt, musi wpierv być spulchniona przez gotowanie, zanim się stanie możliwą do spożycia.

Zboża, ów najważniejszy nasz produkt spożywczy, za pomocą odpowiednich przyrządów muszą być wpierv pozbawione łuski i zmielone. W ten sposób dobywamy z nich mąkę. Twarda łuska stanowi główną część składową otrąb (patrz str. 82). Mąka sama także się jeszcze na pokarm nie nadaje, ponieważ soki żołądkowe tylko z wielką trudnością są w stanie naruszyć ściankę komórkową, która otacza krochmalowe ziarna. Rzecz zmienia się dopiero zupełnie po zagotowaniu mąki w wodzie. W odpowiednim cieple, czyli przy gotowaniu mącznych potraw, ziarna krochmalowe pęcznieją, ich ścianki komórkowe pękają i uwolniony w ten sposób krochmal przechodzi w łatwy do strawienia stan kłajstrowaty (patrz str. 81).

To samo zupełnie mamy na celu przy pieczeniu chleba. Przez pieczenie osiągamy owe nadzwyczajne



czajne spulchnienie krochmalu, skutkiem którego chleb staje się tak łatwy do strawienia.

Gdy mąkę zarabiamy wodą, wskutek pewnej zawartości kleju, otrzymujemy lepkie ciasto. Klej jest jednym z ciał białkowych, zawartych w mące i nadaje jej właściwą lepkość.

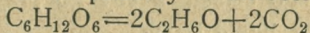
Ciasto takie, upieczone wprost, dałoby twardą masę, podobną nieco do sucharów okrętowych. Pozostawione jednak na pewien czas w spokoju, zmienia się powoli. Najpierw dostają się do ciasta z powietrza komórki drożdżowe, pociągające za sobą fermentowanie cukru, oraz bakterye kwasu mlecznego, zamieniające cukier w kwas mleczny (patrz str. 68).

Fermentacya drożdżowa, skutkiem której powstają wszystkie napoje wyskokowe, jak to wkrótce się dowiemy, przebiega w ten sposób, że zamienia cukier w gazowy kwas węglany i wyskok. Dla wyskoku (spirytusu) posiadają chemicy inną jeszcze nazwę, a mianowicie *alkohol*.

Jedna cząsteczka cukru składa się z i daje 2 cząst. wyskoku skład. się z oraz 2 cząst. kwasu węgl. skl. się z

6 atomów węgla	2 atom. węgla	1 atomu węgla
12 " wodoru	6 " wodor.	2 " tlenu
6 " tlenu	1 " tlenu	

co razem piszemy w skróceniu:



1 cz. cukru      2 cząst.      2 cz. kw.  
wyskoku      węglan.

Jedna zatem cząsteczka cukru fermentując, rozpada się na 2 cząsteczki wyskoku i 2 cząsteczki kwasu węglanego.

Ale lepkość ciasta stoi na przeszkodzie swobodnemu wydzielaniu się kwasu węglanego, jaki w cieście, wskutek fermentacyi cukru, się tworzy, to też całe ciasto wypełnia się pęcherzykami. Gdy dosta-

nie się do pieca, ulatnia się wyskok, powstały przez fermentację, i to także w znacznym stopniu przyczynia się do spulchnienia chleba. Wskutek gorąca pękają także ścianki komórkowe i wilgotny krochmal zamienia się w klajster.

Ciepłota pieca oddziałuje najsilniej na zewnętrzne części bochenka. W chwili, gdy chleb się dopieka, temperatura na jego powierzchni jest tak wysoka, że krochmal zaczyna przechodzić w dekstrynę. Wspominaliśmy już wyżej (patrz str. 85), że dekstryna posiada własności kleiste, więc na powierzchni chleba ziarna krochmalu i inne części składowe skleją się silnie i tworzą znaną nam dobrze twardą skórkę.

Gdy ciasto stoi dłużej na powietrzu, kwaśniejże wskutek obecności kwasu mlecznego. Dla tej przemiany nazywają go też kwaśnem ciastem lub zaczynem.

Sporo czasu, naturalnie, potrzeba zanim się do ciasta dostanie potrzebna ilość komórek drożdżowych i bakteryj. Gdy raz jednak ciasto takie mamy pod ręką i pewną ilość dodamy do ciasta świeżo zaczynionego, to wskutek szybkości, z jaką się drożdże i bakterye rozmnażają, fermentacja postępuje szybko i ciasto „rośnie.”

Dlatego to gospodynie zachowują zawsze pewną ilość starego ciasta, ażeby go przy ponownym wypieku chleba módz użyć.

Smak kwaśnego ciasta przechodzi do świeżo upieczonego chleba i dziś tylko pospolitsze gatunki są w ten sposób wypiekane. Dla otrzymania białego chleba, używa się czystych drożdży, unikając w ten sposób zakwaszania ciasta kwasem mlecznym. Drożdże otrzymywano dawniej jako produkt poboczny z browarów, dziś używa się wyłącznie tylko drożdży prasowanych, przygotowywaniem których zajmują się specjalne fabryki. Bliższych szczegółów

o tej gałęzi przemysłu dowiemy się dopiero przy omawianiu napojów wyskokowych.

Drożdże przy wyrastaniu ciasta bywają często zastępowane innymi środkami, których działalność opiera się na zupełnie innych zasadach i z fermentowaniem nie ma nic wspólnego. Najczęściej, a zwłaszcza przy domowym wypieku, bywa używana w tym celu t. zw. „sól jeleniego rogu”, w pojęciu chemicznym, węglan amonu. Kwas węglany jest to gaz kwaśny, amon zaś — gaz zasadowy (patrz. str. 61), a choć połączenie obydwóch tych ciał przy zwykłej temperaturze przedstawia się w postaci białej, twardej soli, to jednak, przy ciepłocie, jaka w piecu panuje, sól rozpada się na swoje części składowe i oba te gazy, dążąc z ciasta na zewnątrz, w trakcie pieczenia pędzą je w górę.

Niektóre gospodynie używają w tym samym celu potażu, czyli węglanu potasu (patrz str. 57). Jest to sól zupełnie ogniotrwała, więc temperatura pieca na nią nie oddziałuje bezpośrednio. Wywiązuje się z niej wszelako kwas węglany, jeżeli ciasto, do którego ją dodano, było zakwaszone. Kwas mleczny jest silniejszy od kwasu węglanego, powstaje więc z jednej strony mleczan potasu, a z drugiej wolny kwas węglany, który pędzi ciasto w górę. Że jednak, nawet przy znacznym dodatku potażu, taka tylko ilość kwasu węglanego zostaje wydaloną, jaka odpowiada ilości obecnego w cieście kwasu mlecznego, więc tylko przy bardzo kwaśnym cieście można otrzymać pożądany rezultat.

Wiemy więc, że wyrastanie ciasta polega na rozkładzie cukru. Rozkład ten, spowodowany przez drożdże, przy każdym wypieku chleba pociąga za sobą pewną stratę tak cennego materiału pożywczego, jakim jest cukier. To też za pomocą pewnych proszków, które już Liebig zalecał, starano się strącić tę unikać i spulchnić ciasto przez wywiązy-

wanie niezbędnego kwasu węglanego z innego źródła.

Rozpowszechniony dziś w wielu stronach proszek Horsford-Liebiga składa się z kwaśnego fosforanu wapnia i dwuwęglanu sody. Proszek ten zagniata się z ciastem, a wilgoć, w niem zawarta, zaczyna na obie sole zaraz oddziaływać. Kwas węglany wywiązuje się z taką szybkością, że jednocześnie z ukończeniem gniecienia ciasto jest już gotowe do wypieku.

Teraz poświęcimy kilka słów gotowaniu ziemniaków.

Kartofle surowe nie są jadalne wskutek swej twardości. Twardość swoją zawdzięczają one komórce włóknistej, w której zamknięte są ziarna krochmalu, oraz całej tkance, wypełniającej wnętrze kartofla. Tkanka ta również opiera się działaniu soków żołądkowych i nie daje się strawić. Dopiero przez gotowanie ziarna pęcznieją, powłoka ich pęka, krochmal wchłania wodę i przechodzi w stan nawpół kłajstrowaty. Gdy krochmal w tej formie dostanie się do kiszek, będzie strawiony i przejdzie w cukier (patrz str. 83), a ten ostatni, jako łatwo rozpuszczalny, drogą dyfuzji przeniknie do krwi i zadanie swoje jako pokarm wypełni.

To wszystko, cośmy o pożytku gotowania i pieczenia powiedzieli, możemy łatwo sobie rozszerzyć na inne pokarmy, o których tu nie wspominaliśmy i przejść do innego przedmiotu.

---



## Wykład V.

---

Niezbędna ilość pokarmów i ich pożywność. — Fermentacya. — Wino. — Wino owocowe. — Wino szampańskie. — Miód. — Kumys. — Piwo. — Slód. — Spirytus. — Drożdże prasowane. — Okowita — Spirytus z kartofli. — Wywar. — Oczyszczanie spirytusu. — Alkohol absolutny. — Spirytus denaturyzowany. — Spirytualia.

Zbliżamy się teraz do ważnego pytania: ile zjadać powinien człowiek, żeby siły swoje utrzymać? Wiemy już, że potrzebuje on pokarmów mieszanych, że pokarm składać się musi z ciał azotowych i bezazotowych, czyli z białka, węglowodanów i tłuszczu.

Od takiego poglądu nie może nas wstrzymać znana teorya zwolenników wegetaryanizmu. Ponieważ unikają oni zupełnie potraw pochodzenia zwierzęcego, więc wszystkie potrzeby odnośnie do ciał białkowych zaspakajają muszą potrawami roślinnemi. W roślinach zaś, jak to już wiemy z przytoczonych analiz (patrz str. 82, stosunek ciał białkowych do innych substancyj jest o tyle niekorzystny, że przeważa w nich znacznie ilość węglowodanów. Organizm więc, żeby pozostać w równowadze, pochłaniać musi nad miarę węglowodanów, żeby niezbędną ilość białka wprowadzić. Że w tych warunkach egzystować można, dowodem są najlepszym ciż sami wegetaryanie. Powoływanie się wszelako na zwierzęta

ssące, jak np. woły, słonie i t. d., które, żywiąc się wyłącznie tylko paszą roślinną, rozporządzają siłą nadzwyczajną, jest nieuzasadnione. Natura bowiem zaopatrzyła zwierzęta te w środki do korzystniejszego o wiele spożytkowywania węglowodanów, niż to może czynić człowiek, dała im dłuższe kiszki, a wielu trawożernym po kilka żołądków do przeżuwania pokarmu.

Ale gdy ostatecznie wegetaryanie bez wielkich trudności mogą się odżywiać według swojej metody, pokarm wyłącznie tylko białkowy wydaje się dla człowieka nie do zniesienia. Sprawdzić to możemy na dyabetykach (chorych na cukrzycę), o których już kilkakrotnie wzmiankowaliśmy. Pokarmy roślinnego pochodzenia są im wzbronione (patrz str. 84), ale przez dłuższy okres czasu stosować się do tego zakazu jest dla nich niepodobieństwem. Pozbawianie ich potraw mącznych, chleba, kartofli i t. p. krochmal zawierających pokarmów, sprawia im mękę niewypowiedzianą, co już wielokrotnie było sprawdzonem. Pomimo to jednak jest to dotychczas jedyny sposób uniknięcia ciężkich następstw, jakie choroba ta za sobą pociąga.

Badania odnośnie do ilości pokarmu, jaką człowiek codziennie spożywać musi, były licznie przeprowadzone. Podajemy tu niektóre wyniki, otrzymane przez znanych higienistów: Voit'a i Pettenkofera.

Robotnik o silnej budowie, znajdując się przy pracy, potrzebuje dziennie:

137 gram. białka, 173 gr. tłuszczu i 352 gr. węglowodanów (krochmalu lub cukru).

Młody lekarz, poddany badaniu, dał następujące rezultaty:

127 gr. białka, 89 gr. tłuszczu i 362 gr. węglowodanów.

Za przeciętne uważane są następujące cyfry:

118,0 gr. białka- 88,4 gr. tłuszczu i 392,3 gr. węglowodanów.

Wskazana ilość białka odpowiada 18,3 grama azotu i znajduje się np. w

273 gram. sera	2650 gram. śmietanki
520 „ grochu	2905 „ mleka
538 „ chudego mięsa	4575 „ kartofli
796 „ mąki pszennej	4796 „ słoniny
905 „ jaj <sup>1)</sup>	7625 „ kapusty
1430 „ razowego chleba	17000 „ piwa
1868 „ ryżu	

Co się tyczy węgla, to człowiek potrzebuje go codzienie w ilości 328 gramów, jakiej dostarczyć może:

450 gr. słoniny	2231 gr. jaj
824 „ mąki pszennej	2620 „ chudego mięsa
896 „ ryżu	3124 „ kartofli
919 „ grochu	4652 „ mleka
1160 „ sera	9318 „ kapusty
1346 „ chleba razow.	13160 „ piwa
1410 „ śmietanki	

Jeżeli ilość zużytkowanego codziennie węgla, a więc 328 gramów, odważymy sobie w postaci np. węgla drzewnego, to zdumieni będziemy ilością, która mogłaby zapewne wystarczyć do opalenia małego pieca, a cóż dopiero do ogrzewania w ciągu 24 godzin człowieka, jeżeli się tak wyrazić wolno. Ilość

---

<sup>1)</sup> Tak często nieraz poruszane pytanie co do porównawczej wartości pożywnej mięsa i jaj, na podstawie przytoczonych tu liczb, może być rozwiązane w ten sposób, że przecięciowo 18 do 20 jaj odpowiada 1 kilogramowi mięsa.

ta, której nawet zazwyczaj nie przypuszczamy, jest wszelako niezbędną dla utrzymywania w cieple, ważącym np. 70 kilogramów, stałej ciepłoty  $37^{\circ}$  i nieustannego ruchu.

Gdy w ten sposób zestawiamy poniekąd organizm człowieka i wszystkich wyższych gatunków zwierząt z maszyną, to nie możemy jednakże nie zaznaczyć zasadniczej różnicy, jaka zachodzi między nimi, a mianowicie, że w organizmie zwierzęcym substancje wszystkich narządów biorą udział w przemianie materii, podczas gdy materiał, z którego zbudowane są nasze maszyny, więc np. lokomotywa, w czasie ich działalności wcale się nie zmienia. Już przy wyjaśnianiu procesu trawienia drogą doświadczeń w naczyniach szklanych (patrz str. 64) zwracaliśmy na to uwagę, że natura rozpuszcza ciała białkowe, wprowadzone z pokarmem do żołądka, który sam z ciał białkowych jest zbudowany i, jak wszystko w organizmie, zużywa się i nieustannie odnawiać się potrzebuje.

Przyjrzyjmy się uważnie przytoczonym wyżej cyfrom. Potwierdzą nam one to, co wiemy z doświadczenia o wartości pożywnej niektórych pokarmów. Tak np. groch, okraszony słoniną, uważany jest powszechnie za potrawę bardzo zasycającą, a z tabelki naszej widzimy, że istotnie niewielką stosunkowo ilością tych substancyj człowiek może zaspokoić swoje codzienne potrzeby.

Natomiast pożywna wartość piwa jest nadzwyczaj mała i gdybyśmy z niego chcieli czerpać materiał pożywny, musielibyśmy dla dostarczenia ciału koniecznej ilości białka, wypić 17 litrów piwa, a dla zaspokojenia potrzeb odnośnie do węglowodanów wystarczyłoby 13 litrów.

Jednym słowem, piwo nie może być uważanem za pokarm w ścisłym pojęciu; uważać je raczej można za posilną pożywkę; przy codziennem bowiem umiarkowanem używaniu, np. w ilości jednego litra,

podajemy naszemu organizmowi z piwem około jednej siedmnej części ogólnej ilości pożywnych materiałów.

Ze wszystkich tu przytoczonych produktów spożywczych chleb najlepiej odpowiada potrzebom człowieka, jak widzimy bowiem z podanych cyfr, za pomocą półtora kilograma może on zaspokoić swoje codzienne potrzeby. I to właśnie tłumaczy nam, dlaczego np. ludność robotnicza, która na pozór gorzej się odżywia, niż klasy zamożniejsze, codzien spożywające mięso, utrzymuje siły swoje w całej pełni. Prócz tego jeszcze robotnik, ćwicząc nieustannie mięśnie swoje pracą, wyrabia w sobie o wiele większą siłę fizyczną, niż człowiek z warstwy zamożniejszej, który, pomimo, że w lepszych pozostaje warunkach pod względem przemiany pokarmów, to jednak, pędząc życie przeważnie siedzące, mięśnie swoje pozabawia wprawę i siłę fizyczną zaniedbuje.

Liczby, podane wyżej, wyrażają najmniejsze ilości pokarmów, jakie człowiek pracujący spożywać musi. Jeżeli spożywa mniej, ginie powoli. Tyle też spożywają ci, o których się mówi, że jadają niewiele.

Wogólności jednak zjada człowiek znacznie więcej, a choć w codziennem życiu niepodobieństwem jest, ażeby wyprowadzonych teoretycznie cyfr mógł przestrzegać ściśle odnośnie do wzajemnego stosunku jednych pokarmów do drugich, to jednak instynkt i przyzwyczajenie przychodzą mu w tem z pomocą. Z nadmiaru spożytego pokarmu organizm czerpie tyle tylko, ile istotnie wymagają jego potrzeby, reszta w stanie niezużytym zostaje wydaloną.

Skoro powiadamy, że człowiekowi wystarczy może do życia półtora kilograma chleba, to naturalnie jest to także tylko teoria, ponieważ nikt wyłącznie samym tylko chlebem żywić się długo nie może.

Robotnik spożywa go z serem, niekiedy z kiel-

basą, masłem lub t. p., częściowo zastępuje go w ciągu dnia innymi pokarmami, używa mleka, barszczu i w taki sposób zadawalnia skromne swoje potrzeby.

Jeżeli nam wolno teraz właśnie wypowiedzieć zdanie co do stosunku substancji białkowych do węglowodanów i tłuszczu, jaki za najodpowiedniejszy w codziennem odżywianiu uważamy, to zaznaczamy przedewszystkiem, że natura jest dla nas w tej kwestyi najlepszą przewodniczką. Przyroda sama już umiała utrafić właściwy stosunek i podała nam pokarm w takiej formie, w jakiej dla organizmu jest najodpowiedniejszy

Niemowlęta rok cały, a niekiedy i dłużej mogą być odżywiane samem tylko mlekiem. To też w mleku znajdujemy najlepiej wyrażony stosunek, w jakim człowiek spożywać powinien białko, tłuszcz i węglowodany. W mleku bowiem na 3,43 procentu ciał białkowych przypada 8,16 procentu pożywnych bezazotowych substancji, jednym słowem, stosunek ma się jak 3,5 do 8.

Pożywne substancje bezazotowe składają się z 4,84 procentu węglowodanów i 3,32 procentu tłuszczu, tak, iż stosunek tu zachodzący wyraża się jak  $5 : 3\frac{1}{2}$ .

Weźmy teraz raz jeszcze liczby Voit'a i Pettenkofera. Przypada tam na 451 gramów węglowodanów 127 gramów białka. Gdyby stosunek cyfr był ten sam, co w mleku, mielibyśmy na 451 gramów węglowodanów 189 gramów białka, co dla człowieka dorosłego byłoby już za wiele, jak się o tem zaraz przekonamy. W każdym razie charakterystycznym jest instynktowne dążenie człowieka do obfitszego, niż wymaga natura, spożywania pokarmów bogatych w ciała białkowe, jak np. mięsa; widzimy to najlepiej u klas zamożnych, warstwy bowiem uboższe w dążeniu tem muszą sobie odmawiać.

Pokarm białkowy w postaci mięsa oddziaływa

silnie na ustrój nerwowy. Tem się tłómaczy przewaga zwierząt drapieżnych nad silniejszymi wprawdzie, ale z natury cierpliwemi bardzo zwierzętami trawożernemi, jak np. słoń, wielbłąd, wół i inne. Zapewne też niewielkiej garstce Anglików trudno byłoby utrzymać w karchach dwieście milionów Indusów, gdyby nie to, że Anglik, żywiąc się befsztykiem, swoją energią, wolą i umysłem silnie góruje nad Indusem, spożywającym ryż prawie wyłącznie.

Dodać tu jeszcze wypada, że pogląd co do tego, by mleko miało być najodpowiedniejszym w ciągu całego życia dla człowieka pokarmem, jest tylko względnym. Dziecko, szybko wzrastając w pierwszym roku życia, potrzebuje bardzo obficie białka, nie wiele zaś zużywając sił dla braku ruchu, mniejsze ma potrzeby odnośnie do tłuszczu i węglowodanów. Czynniki te w późniejszym życiu ulegają zmianom. To też człowiek dorosły w pokarmach swoich spożywa mniej białka, a więcej węglowodanów i tłuszczu, i uchyla się tym sposobem od stosunku, w jakim ciała te zawarte są w mleku.

---

Z kolei przejdźmy teraz do napojów wysokokowych.

Gdy płyny cukrowe, nie zawierające zresztą zbyt wiele cukru, pozostają na powietrzu przez czas dłuższy, zaczynają się powoli burzyć i z biegiem czasu nabierają zupełnie odmiennych własności. Na dnie naczynia powstaje osad, który nosi nazwę drożdży, a pod ich wpływem płyn wydaje szmer właściwy. Proces, który ma tu miejsce, nazywa się fermentacją, a otrzymany płyn napojem fermentowanym lub wysokokowym.

Bardzo stężone płyny cukrowe procesowi temu się nie poddają, przeciwnie nawet, posiadają one wła-

sności konserwujące, z których ciągniemy korzyści przy konserwowaniu owoców <sup>1)</sup>).

Fermentację, jak to wspominaliśmy już wyżej (patrz str. 101), wywołują znajdujące się wszędzie w powietru drobnoustroje. Te, które cukier zamieniają w kwas węglany i wyskok <sup>2)</sup>, noszą nazwę *Saccharomyces cerevisiae*.

Najłatwiej ze wszystkich płynów fermentuje sok, wyciśnięty z winogron. Sok ten, który zwykle nosi nazwę moszczu, zawiera cukier w formie podatnej do fermentacji, czyli cukier gronowy, a także ma poddostatkiem innych ciał, jak np. soli nieorganicznych (patrz str. 48), których komórka drożdżowa, jako istota żywa, do rozwoju swego potrzebuje. Napojem, który przytem powstaje, jest wino.

Zawartość cukru w winogronach bywa bardzo rozmaita, jak o tem sądzić możemy ze smaku różnych gatunków win. W związku z nią stoi również zawartość wyskoku w winie, gdy bowiem ilość powstającego wyskoku dosięgnie pewnych granic, a mianowicie stanowić będzie około 16 procentów na objętość ogólnej ilości wina, drożdże natychmiast zamierają.

Jak to nam jednak przytoczona tu tabelka wskazuje, posiadamy wina z wyższą o wiele zawartością wyskoku, niż to wyżej zaznaczyliśmy. Wina te są sztucznie spirytusowane po części dlatego, że-

<sup>1)</sup> Nie wszystkie jednak cukry fermentują bezpośrednio. Do takich, opierających się fermentacji, należą: cukier trzcinowy i cukier mleczny. Fermentują one wówczas, gdy inne substancje, obok nich zawarte, proces ten rozpoczyna i wtedy dopiero cukier, zawarty w płynie, przechodzi w odmianę łatwo fermentującą.

<sup>2)</sup> Rozkład, jaki w danym razie zachodzi, nie jest reakcją chemiczną w ścisłym pojęciu. Jest on raczej zjawiskiem, które towarzyszy życiowemu procesowi komórki drożdżowej i, oprócz wyżej przytoczonych głównych produktów rozkładu, daje jeszcze inne w małych ilościach.



by je uczynić trwalszemi, po części zaś, żeby nadać im właściwy smak, który do pewnych gatunków jest przywiązany.

	Wysok % na objętość	Kwas wolny %	Cukier %
Szląskie wino . . . . .	5,5	0,80	—
Marcobrunnen z 1882 r. . . . .	7,17	0,78	—
Liebfrauenmilch z 1875 r. . . . .	11,55	0,63	—
Vöslauer Goldeck z 1868 r. . . . .	10,28	0,592	—
St. Julien z 1865 r. . . . .	9,28	0,637	—
Chablis z 1862 r. . . . .	9,30	0,493	—
Malvasier . . . . .	7,50	0,900	36,40
Samos . . . . .	14,96	0,730	7,68
Tokaj . . . . .	10,76	0,600	25,34
Tokaj . . . . .	14,84	0,620	8,20
Portwein . . . . .	19,82	0,330	4,82
Madera . . . . .	19,12	0,480	3,46
Malaga . . . . .	15,12	0,390	15,50
Sherry . . . . .	21,22	0,480	2,04

Z tej, dość obszernie ułożonej tabelki, widzimy, że każde wino zawiera cokolwiek wolnego kwasu. Wina, wyprodukowane z winogron bogatszych w cukier, z przyczyn, które tylko co wyjaśniliśmy, zachowują pewną ilość cukru niezmienioną, gdy przy mniejszej zawartości wszystek cukier znika po wyfermentowaniu. To też takie tylko wina zalecane być mogą chorym na cukrzycę.

Co się tyczy tak zwanego bukietu, czyli tego delikatnego zapachu, który przy dłuższem przechowywaniu w winie powstaje, to są to związki chemiczne, dotychczas dobrze jeszcze nie zbadane. Po części są to złożone etery kwasów organicznych, nad którymi wszakże nie będziemy się zatrzymywali, poznanie ich bowiem wymaga nieco głębszych wiadomości z chemii.

Wina otrzymują się także z owoców. Przygotowanie odbywa się tą samą drogą. Odpowiedni gatunek owoców (jabłka, gruszki) wyciska się, jak winogrona, i otrzymany moszcz pozostawia do fermentacji. Przy małej wszakże zawartości cukru w tych moszczach powstaje wino bardzo ubogie w wyskok. By ilość tę zwiększyć, do wyciśniętego soku dodają często cukru i ten razem fermentuje. Przy otrzymaniu wina z porzeczek i innych równie mało słodkich owoców, dodatek cukru jest nawet konieczny, inaczej bowiem wino zawierałoby tak mało wyskoku, że byłoby nie do użytku.

Z moszczu winnego przygotowują w niektórych stronach wino szampańskie, którego nazwa pochodzi oczywiście od prowincji Szampanii, gdzie je bodaj-że już od połowy zeszłego stulecia fabrykują <sup>1)</sup>.

Przyrządzanie tego wina odbywa się w następujący sposób. Gdy pierwsza żywa fermentacja przeminie, moszcz zlewa się do butelek i mocno korkuje. Kwas węglany, który przy następnej fermentacji się tworzy, nie może się ulotnić i wywiera powoli silne ciśnienie na wino. Butelki zostają ustawione szyjką na dół i na korku osiadają powoli wszystkie zanieczyszczenia. Po pewnym czasie, robotnik, trzymając butelkę w tej samej pozycji, wydobywa ostrożnie korek i z pewną porcją wina spuszcza nieczystości, poczem butelkę odwraca, dodaje t. zw. „likieru” i napowrót mocno korkuje. Kwas nasycyca w dalszym ciągu wino i z hukiem wydobywa się na zewnątrz, skoro butelka zostanie otwarta. Skład owego likieru, któremu wino głównie swój pyszny smak zawdzięcza, fabrykanci utrzymują w ściślejszej tajemnicy.

---

<sup>1)</sup> Wyrażenie „sec,” którego tak często Falstaf szekspirowski używa, ma tam oznaczać wino Sherry. Na początku tego stulecia aktor Devriout pierwszy nazwał tak wino szampańskie i od tej pory wyrażenie to weszło w życie.

W początkach fabrykacji, wskutek silnego ciśnienia, jakie kwas węglany wywiera na szkło, czwarta część butelek pękała w czasie roboty. Odpowiednie ulepszenia w przemyśle szklanym sprawiły, że dziś pęka zaledwie jeden tylko procent butelek.

Jak widzimy, z każdego wina dałoby się z łatwością przygotowywać szampańskie, sprawa nie jest wszelako tak prosta, skoro licznie czynione próby dowiodły, że w dobroci nie mogą dorównać francuskim markom nawet najlepsze wina niemieckie. Mimo to znajdujemy w handlu bardzo tanie wina musujące, które jednak z szampańskim nic nie mają wspólnego i zupełnie inaczej są przyrządzane. Lekkie wino białe w razie potrzeby słodzi się nieco cukrem, a następnie, podobnie, jak woda selcerska, nasycy się kwasem węglanym. Fabrykacja podobna jest nadzwyczaj tania, wiemy bowiem, że butelka wody selcerskiej kosztuje<sup>a</sup> zaledwie kilka kopiejek. Tem się też tłómaczy niska cena, otrzymywanych tą metodą, win musujących.

Gdy mieszkańcy południowych okolic, w których winorośl dojrzewa, już od najdawniejszych czasów przyrządzali wino, a sposoby po temu wskazywała im poniekąd sama przyroda, mieszkańcy Północy umieli inną drogą otrzymywać swoje napoje wyskokowe, do których się człowiek łatwo przyzwyczaja.

W krajach, położonych na północ od Alp, od niepamiętnych czasów używano miodu i dopiero Rzymianie przenieśli winorośl w tamte okolice. Przyrządzanie miodu jest również bardzo proste. Za materiał surowy służy miód pszczelny, ciało bardzo słodkie, a więc bogate w cukier.

Wskutek wysokiej zawartości cukru, miód sam przez się nie jest w stanie fermentować. Gdy jednak będzie odpowiednio rozcieńczony wodą, pod wpływem drożdży, wpadających z powietrza, zaczyna fer-

mentować i daje odurzający napój. Dziś jest on w bardzo małym użyciu, a w niektórych krajach prawie zupełnie o nim zapomniano.

Równie dawnym napojem jest kumys, otrzymywany z kobyłego mleka w Kraju Zakaspijskim, nie zdołał wszakże wejść w użycie w innych krajach, choć nie jest bynajmniej przykry, jak o tem piszący te słowa miał możność się przekonać w czasie swego pobytu na Kaukazie.

U nas mleko, pozostawione samo sobie, nie daje wcale odurzającego napoju. Bakteryje kwasu mlecznego przemieniają cukier w kwas mleczny i mleko się zsiada (patrz str. 68). Dlatego też uważamy za konieczne wyjaśnić przyczynę powstawania kumysu. Gdy mleko zostanie rozcieńczone, mniej więcej, dziesięciokrotną ilością wody i do niego doda się trochę starego kumysu, to zawarte w nim bakteryje kwasu mlecznego szybko jedną część cukru zamieniają w kwas mleczny. Powstały kwas oddziaływała na resztę cukru w taki sposób, że go przeprowadza w formę podatną do fermentacji (patrz przypisek na str. 112) i w dalszym ciągu odbywa się już prawidłowy proces, przy którym powstaje wyskok i kwas węglany.

W podobny sposób można i z krowiego mleka otrzymać napój odurzający i nawet w niektórych stronach Europy czyniono usiłowania do przygotowywania go na wielką skalę, ludność jednak nie zamakowała w tym napoju i fabrykację zarzucono.

W tych stronach Europy, gdzie winogrona nie dojrzewają, nauczono się z biegiem czasu przyrządzać piwo. Produkt ten, wyborny w smaku, wypiera coraz bardziej inne napoje wyskokowe. Żeby wyjaśnić szczegółowo sposób przyrządzania piwa, musimy wykład nasz poprzedzić kilku wstępnymi uwagami.

Ziarno, rzucone w wilgotną ziemię, szybko wypuszcza korzonek, a za nim listki. Korzonek nie jest

jeszcze w stanie listków odżywiać i roślinka zaczyna ciągnąć korzyści z zapasów żywności, nagromadzonych w ziarnie, t. j. mączki i białka (patrz str. 82). Natura sprawiła, że jednocześnie z kiełkowaniem powstaje ciało, które krochmal zamienia w cukier i dekstrynę, a białko przeprowadza w stan rozpuszczalny. Zanim więc korzonki zdobędą tyle siły, że będą w stanie same odżywiać roślinę, ta ostatnia czerpie tymczasem rozpuszczalny pokarm z zapasów.

Doświadczenie pokazało, że jęczmień najlepiej się nadaje do fabrykacji piwa. Można je wszelako otrzymywać i z innych zbóż, np. z pszenicy. Takim produktem jest białe piwo, t. zw. berlińskie, a jego sposób fabrykacji opiera się na tych samych podstawach, co i warzenie piwa z jęczmienia. To ostatnie jest najwięcej rozpowszechnione, o niem też wyłącznie będziemy mówili w dalszym ciągu.

Postępowanie przy warzeniu piwa jest następujące. Jęczmień zwilża się mocno wodą i pozostawia w niezbyt zimnej piwnicy. Tu ziarna zaczynają kiełkować, przyczem powstaje w nich ciało, zwane diastazą, które krochmal zamienia w cukier. Substancje, zawierające azot, czyli ciała białkowe, stają się również rozpuszczalne.

Gdy korzonek osiągnie właściwej długości, jęczmień zostaje wysuszony i, otrzymany tą drogą produkt, nosi nazwę słodu. Jeżeli suszenie odbywa się w miejscu przewietrzanem, produkt nazywamy słodem powietrznym. Słodownicy jednak suszą go teraz przeważnie w silnie ogrzewanych suszarniach. Im wyższą była ciepłota, przy której słód był suszony, tem piwo, z niego wywarzone, będzie ciemniejsze, w ziarnie powstaje bowiem coraz więcej substancyj brunatnych. Jeżeli piwo ma być bardzo ciemne, to w tym celu pewną ilość słodu palą w odpowiednich bębnoch na podobieństwo kawy.

Otrzymany produkt śrótuje się czyli rozgniata : w kadzi nalewa ciepłą wodą o temperaturze 50 do 70°. Przy tej ciepłocie, pod wpływem diastazy, jaka w czasie kiełkowania powstaje w ziarnie, krochmal najłatwiej zamienia się w cukier, ten ostatni zaś, przez fermentację, przechodzi następnie w wyskok. Proces ten nazywa się w piwowarstwie brzeczkowaniem, a otrzymana tą drogą brzeczka, czyli płyn, zawierający cukier, po oziębieniu odpowiada moszczowi, wytłoczonemu z winogron. Ta tylko zachodzi pomiędzy nimi różnica, że, gdy moszcz winny zawiera łatwo fermentujący cukier gronowy, w brzeczce piwnej krochmal jęczmienny zostaje sztucznym sposobem zamieniony w cukier, podatny do fermentacji.

Ale brzeczka sama przez się nie jest jeszcze piwem. Wiedziano o tem już od dawien dawna, że chcąc ją uczynić zdatną do użytku, należy jej nadać pewną gorycz, co też skuteczniają przez wygotowywanie w brzeczce pewnych ciał gorzkich. W tym celu największe ma zastosowanie chmiel, o którym wiemy, że już w dziesiątym stuleciu był uprawiany nad brzegami Renu; zanim jednak dowiedziano się o tem w krajach na wschód położonych, używano w tym samym celu kory dębowej. Smak z tej ostatniej wygotowany, dziś oczywiście jużby nas nie zadowolnił.

Brzeczka po ugotowaniu musi być o ile możności szybko oziębiona, co się dziś za pomocą stosownych urządzeń ochładzających skutecznie. Powolne oziębianie pociąga za sobą obawę, że przy ciepłocie 30 — 25° fermentacja cukru może pójść w fałszywym zupełnie kierunku i dać, niejednokrotnie wspomniany już przez nas, kwas mleczny, wskutek czego piwo stałoby się kwaśne i byłoby nie do użycia. Po oziębieniu, do brzeczki dodaje się drożdży z poprzednio warzonego piwa i dalsza prawidłowa fermentacja odbywa się już w wielkich kadziach, ustawionych w piwnicy. Gdybyśmy czekali, zanim

odpowiednia ilość drożdży dostanie się z powietrza cały proces odbywałby się bardzo wolno i rezultat nie byłby pewny. Drożdże zaś, dodane do brzezki, znajdując w niej wszystkie sprzyjające rozwojowi swemu warunki, rozmnażają się nader szybko, zamieniając cukier w wyskok i kwas węglany. Jeżeli fermentacja ma miejsce przy ciepłocie 12 do 15<sup>o</sup>, to proces tworzenia się wyskoku przebiega bardzo szybko, a kwas węglany wywiązuje się gwałtownie i w wielkiej obfitości. Unoszące się wciąż ku górze, pęcherzyki gazu porywają z sobą komórki drożdżowe i gromadzą je na powierzchni płynu. Mówimy wtedy o „fermentacji górnej”. Piwo, tym sposobem otrzymane, mniej jest lubiane i niezbyt trwałe.

W sławnych browarach bawarskich fermentacja odbywa się przy ciepłocie 6 do 8<sup>o</sup>. Postępuje ona w tych warunkach bardzo powoli, a komórki drożdżowe pozostają na dnie kadzi, ponieważ kwas węglany wywiązuje się wolno i pęcherzyki gazu spokojnie się unoszą. Nazywa się to „fermentacją dolną”. Piwo, otrzymane tą drogą, jest bardzo trwałe i smaczne, czego najlepszym dowodem uznanie i olbrzymi zbyt, jaki piwo monachijskie znajduje w całym świecie.

W przeciwstawieniu do wina i innych spirytuali, oprócz gorzkiego smaku, musi piwo zawierać kwas węglany, bez którego byłoby mdłym, niesmacznym. Dla przysporzenia mu stosownej ilości gazu, po ukończonej fermentacji głównej, piwo zlewa się do beczek, w których powoli odbywa się „fermentacja następna”, i szpuntuje dopiero na krótko przedtem, nim pójdzie do handlu. Ponieważ odtąd kwas węglany nie może się wydalać na zewnątrz, więc, wskutek postępującej wciąż fermentacji, piwo nasyca się gazem. Ilościowa zawartość kwasu węglanego w piwie jest bardzo mała, wynosi ona zaledwie około 0,2 procentu na wagę. Z wielkiej liczby analiz, wyko-

nanych nad piwem, podajemy tu kilka rezultatów, dotyczących najważniejszych części składowych:

	wody	kwasu węglan.	wysokoku na wagę	cukru	popio- łów
Piwo zimowe	91,81 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	0,228 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	3,206 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	0,442 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	0,200 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Piwo la- growe	90,71 „	0,218 „	3,679 „	0,872 „	0,223 „
Porter	87,10 „	0,155 „	5.350 „	1,340 „	0,419 „
Piwobia- łe . .	91,64 „	0,279 „	2,510 „	—	0,163 „

Z przytoczonych tu cyfr widzimy, że używanie piwa w ilości pół litra dziennie, może być dozwolone chorym na cukrzycę.

Najnowszym produktem w przemyśle fermentacyjnym jest wino słodowe. Otrzymuje się ono w ten sposób, że przygotowaną ze słodu brzeczke piwną poddaje się fermentacji z winnemi drożdżami, wskutek czego powstaje napój wysokokowy, który nie ma już smaku piwa i przypomina wino.

A teraz przejdźmy do spirytusu (wysokoku) przygotowywanych z niego napojów.

O odurzających własnościach wina wiadano już od niepamiętnych czasów, poznanie jednak właściwego pierwiastku odurzającego udało się dopiero Arabom w ósmym wieku gdy odkryli sposób pędzenia czyli destylację <sup>1)</sup> (patrz str. 36). Jeżeli do kol-

1) Destylacja wydaje nam się dziś metodą bardzo prostą, starożytne ludy jednak, choć zajmowały się wiele naukami przyrodniczymi, nie wpadły wszakże na pomysł oddzielania w ten sposób ciał lotnych od nielotnych lub mało lotnych. W owe czasy zajmowano się więcej filozofią przyrody i różne, nastrożające się pytania, usiłowano rozwiązywać przez speku-



by, jaką nam fig. 10 przedstawia, nalejemy wina i zaczniemy je ogrzewać, to w odbieralniku otrzymamy płyn, klarowny jak woda. o przyjemnym, orzeźwiającym zapachu.

Arabowie zdumieni byli przedewszystkiem palnością tej dziwnej dla nich wody i dali jej nazwę alkoholu. Europejczycy znów upatrywali w płynie tym ducha, ukrytego w winie, i nazwali go *Spiritus vini*, odtąd też zaczęto płyn ten nazywać powszechnie spirytusem. Wygotowana pozostałość, z którą niewiedziانو, co począć, otrzymała nazwę flegmy i ztąd znajdujemy u Szyllera wyrażenie: „do czarta poszedł spirytus, a flegma pozostała“.

Musimy tu przedewszystkiem zaznaczyć, że zarówno w winie, jak i we wszystkich innych napojach wyskokowych, spirytus jest tym pierwiastkiem

---

lacyjne dociekania. Minęły wszakże lat tysiące i przekonano się, że dążenie tą drogą do wyjaśnienia zagadnień bytu jest zupełnie bezcelowem. Nauki ściśle wymagają sprawdzania zjawisk jedynie przez doświadczenie.

Mimo to jednak, wiedziano już w starożytności, że niektóre substancje, poddane ogrzewaniu, a jakbyśmy to dziś powiedzieli, destylacyi, dają nowe, bardzo pożyteczne ciała. Tak np. opowiada Pliniusz, że gdy żywicę terpentynową, czyli sok, wyciekający przy nacinaniu wielu drzew, gotować z wodą i nad kotłem umieścić wełnianą płachtę, to, po wyciśnięciu tej ostatniej, otrzymuje się olejek, który do żywicy nie jest już wcale podobny. Olejek ten musiał znajdować wówczas szerokie zastosowanie, gdyż, jak pisze Pliniusz, zajmowano się wiele jego otrzymywaniem. Ale pomysł prawidłowego pędzenia olejku terpentynowego z żywicy nie przyszedł starożytnym na myśl i długo jeszcze potem posługiwano się tem, tak pierwotnem, a bardzo niedoskonałym urządzeniem.

Ciekawem jest, że i dziś jeszcze, a więc blisko w 2,000 lat później, mieszkańcy wyspy Formozy dobywają kamforę w taki sam prawie sposób, jak to opisuje Pliniusz. Drzewo kamforowe wygotowują z wodą w kotłach, nakrytych chrustem. Kamfora, ulatniając się z parą wodną, osiada w postaci kuleczek pomiędzy gałęziami chrustu. W drzewie kamforowem znajduje się około 3 procent kamfory; dalsze jej oczyszczanie odbywa się już w Europie.

podniecającym, który, użyty w nadmiernej ilości, pociągą za sobą odurzenie, O jego obecności, np. w piwie, przekona nas natychmiast doświadczenie, które tu wykonać zamierzamy.

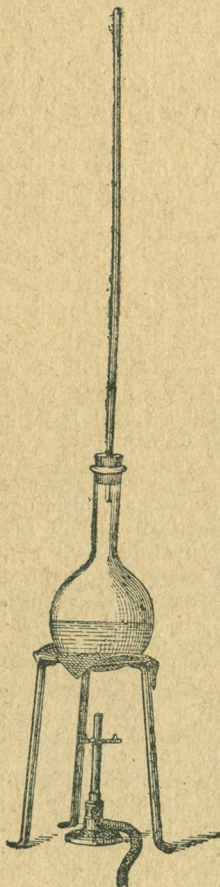


Fig. 14.

Do kolby, zaopatrzonej w długą na półtora metra rurkę szklaną, wlewamy butelkę piwa (patrz fig. 14) i ogrzewamy. Skoro piwo zaczyna się gotować, przytykamy do górnego otworu rurki płonącą zapalną. Wywiązujące się pary spirytusu zapalają się natychmiast i płoną wysokim płomieniem. Płomień ten wkrótce gaśnie, ponieważ w połowie litra piwa znajduje się niewiele spirytusu; w każdym razie wypaliliśmy go, że się tak wyrazimy, bezpośrednio w piwie. Wypalenie było najdogodniejszym sposobem do pogładowego przekonania się o obecności wysokoku w piwie. Gdybyśmy byli wyskok oddestylowali, oczywiście otrzymalibyśmy go w postaci płynu, który zupełnie jest identyczny z płynem, dobytym taką samą drogą z wina.

W metalowych naczyniach, zbudowanych na wzór naszego szklanego aparatu (patrz str. 36), dobywają z wina spirytus, który dzisiaj znajduje zastosowanie jedynie tylko do fabrykacji koniaku, dawniej zaś potrzeby całego świata zaspakajano wyłącznie tylko takim spirytusem. Piwo, jako materiał uboższy w wyskok, nie miało w tym celu zastosowania, przytem dosyć już

dawno poznano sposób dobywania spirytusu ze zboża, co o wiele mniej przedstawia trudności, niż warzenie piwa.

Sposób ten, odkryty, zdaje się, około 1,500 roku w południowych Niemczech, opiera się głównie na następujących podstawach:

Za materiał surowy służy głównie żyto z pewnym dodatkiem jęczmienia. Początek fabrykacji jest tu taki sam, jak przy warzeniu piwa. Zmoczony jęczmień pozostawia się w piwnicach do kielkowania. Otrzymany w ten sposób zielony sód zazwyczaj już wprost się używa do fabrykacji spirytusu, niekiedy wszakże poddają go przedtem suszeniu.

Diastaza, która powstaje w jęczmieniu przy tworzeniu się siodu (patrz str. 117) i powoduje przemianę krochmalu na cukier i dekstrynę, jest w stanie zcukrzyć znacznie więcej krochmalu, niż go sód zawiera. Jeżeli więc do siodu dodać żyta, które dla tem łatwiejszego uwolnienia mączki krochmalowej sparza się, a potem śrótuje, i oblać wodą o ciepłocie 60°, to cała zawartość krochmalu w życie zostanie w krótkim czasie zamieniona na cukier.

Otrzymany więc z żyta i jęczmienia za pomocą diastazy płyn cukrowy, który, bądź co bądź, znów odpowiada moszczowi, wytłoczonemu z winogron, zostaje poddany fermentacji drożdżowej. Drożdże do tego potrzebne przygotowuje sobie sam fabrykant.

Otrzymywanie drożdży związane dziś jest głównie z fabrykacją t. zw. drożdży prasowanych. Produkt ten jest dziś bardzo rozpowszechniony i znajduje zastosowanie wszędzie, gdzie tylko zachodzi potrzeba wywołania fermentacji. Piekarze zczyniają drożdżami ciasto na bułki (patrz str. 101), gospodynie używają ich do potrzeb kuchennych i t. d. Wyrurowały one dziś z użycia prawie zupełnie drożdże,

powstające przy górnej fermentacji piwa (patrz str. 119). Te ostatnie wcale do dzisiejszych drożdży prasowanych nie były podobne. Zawierając obficie wodę, dawały one płyn brudny, który niekiedy nabierał od chmielu gorzkiego smaku.

Sposób otrzymywania drożdży jest następujący. Przyrządza się brzeczkę, złożoną z 1 części siodu jęczmiennego i 5 części śrutowanego żyta, poczem dodaje się nieco drożdży i pozostawia przy ciepłocie, stosunkowo dosyć wysokiej, bo 30°. Fermentacja przebiega górną bardzo burzliwie. Drożdże w tych warunkach szybko się rozmnażają i powstaje ich taka masa, że fabrykant może w połowie obrócić je na potrzeby gorzelnii, w połowie zaś sprzedać w postaci drożdży prasowanych. Dla otrzymania czystych drożdży, robotnik zbiera je na sicie włosianem, pływającym w kadzi, napełnionej wodą. Komórki drożdżowe przechodzą przez sito i osiadają powoli w postaci szlamu na dnie kadzi, podczas gdy wszystkie grubsze zanieczyszczenia pozostają w sicie. Gdy drożdże osiadą, pierwszą wodę spuszcza się i nalewa świeżej; po zamieszaniu drożdże znów osiadają na dnie, wodę spuszcza się po raz drugi i przez kilkakrotne powtarzanie tej manipulacji, osiąga się dokładne wypłókanie drożdży. Gdy woda spłynie ostatecznie, znajdujemy na dnie kadzi szlam, przypominający swą konsystencją zmoczoną glinę rzeźbiarską. Zupełne jednak obezwodnienie produktu przez prasowanie długi czas się nie udawało. Dopiero za pomocą sztucznych sposobów zdołano je wkońcu o tyle osuszyć, że otrzymano drożdże w postaci ścisłego dosyć ciasta. Początkowo dodawano do nich około 20 procentów mocno wysuszonego krochmalu, który wysysał tyle wody z drożdży, iż dawały się prasować. Można to było uczynić bezpiecznie, ponieważ drożdże nie oddziaływały wcale na krochmal. Wywierają one swój wpływ jedynie na cukier lub na zcukrzony krochmal. Od paru lat przez fermentującą brzeczkę

przedmuchiują powietrze, przekonano się bowiem, że przyczynia się to nader korzystnie do rozmnażania się drożdży. Zbudowano też odpowiednie prasy, z pomocą których udaje się wyciskać drożdże bez dodawania krochmalu. Taki też produkt powszechnie dziś spotykamy w handlu.

W celu więc otrzymania spirytusu, plyn cukrowy, powstały z mączki żytniej pod działaniem diastazy, zawartej w słodzie, poddaje się szybkiej fermentacji drożdżowej. Zarówno w gorzelnicznym, jak i cukrowniczym przemyśle, opodatkowanie produktu na rzecz państwa było bodźcem do rozmaitych ulepszeń w fabrykacji. Opodatkowanie, którego zasady są różne w rozmaitych krajach, sprzyja rozwojowi przemysłu gorzelniczego, pobudza bowiem fabrykanta do wyboru takich metod, za pomocą których mogą wydajność swego produktu posunąć do najdalszych granic (patrz str. 91). Wyfermentowany materiał zostaje ostatecznie poddany destylacji i powstaje produkt, zwany okowitą. Posiada on ten sam zapach i smak, co i spirytus, odpędzony z wina i używa się do przyrządzania różnego rodzaju spirytualii. Gęsta pozostałość w kotle destylacyjnym ma nazwę wywaru. O tym ostatnim pomówimy nieco dalej.

W latach dwudziestych bieżącego wieku poznano sposób dobywania okowity z kartofli.

Chociaż kartofle nie zawierają w sobie nic takiego, coby smak wyskoku przypominało, to wiemy już (patrz str. 82), że posiadają one dużo mączki krochmalowej, po zczukrowaniu której i po wyfermentowaniu możemy otrzymać spirytus.

Gdy zwrócimy uwagę na cyfry, wykazujące średnią wydajność produktów rolnych, to przekonamy się, że, obsiewając pewną przestrzeń pola kartoflami, możemy mieć z niego daleko więcej spirytusu, niż gdyby było zasiane żytem. Morga ziemi, przy średnim urodzaju, może dać około 820 kilogramów żyta. Ponieważ żyto zawiera około 65 procent mączki.

możemy więc w danym razie otrzymać 533 kilogr. krochmalu. Z takiej samej przestrzeni, zasianej kartoflami, możemy zebrać średnio 8,200 klgr. kartofli z przeciętną zawartością 18 procent. mączki, co odpowiada 1,476 klgr. krochmalu.

To też wszędzie tam, gdzie się ziemia pod uprawą kartofli nadaje, produkcja ich rozwinęła się ogromnie szybko. Kartofle podniosły w wysokim stopniu bogactwo krajowe. Gorzelnictwo wszakże w niektórych stronach, a zwłaszcza we wschodnich prowincjach niemieckich, w ostatnich czasach bardzo ucierpiało wskutek nadprodukcji, która pociągnęła za sobą znaczną obniżkę cen na produkt gotowy.

Wiemy już, że ziarno krochmalowe kartofla zamknięte jest w twardej komórce włóknistej (patrz str. 104). Dla uwolnienia go ztamtąd w celu otrzymania spirytusu, kartofel musi być ugotowany. Praktyka jednak dowiodła, że gotowanie kartofli w zwyczajnych warunkach nie jest jeszcze dostateczne, żeby ziarna z komórek uwolnić i za pomocą diastazy słodu zcukrzyć. Pożądany cel osiąga się wówczas dopiero, gdy kartofle ugotowane będą w naczyniu szczelnie zamkniętem.

Gdy wodę gotować będziemy w kotle zamkniętym, powiedzmy lepiej, parowym, to zagotuje się ona znacznie trudniej. Podczas gdy w naczyniu, z którego wypompowano powietrze (patrz str. 89), punkt wrzenia wody leży o wiele niżej 100° Celsyusza, t. j. ciepłoty, właściwej przy zwykłym atmosferycznym ciśnieniu, to w kotle zamkniętym, gdzie para nie może wydobyć się na zewnątrz i wywiera nacisk na powierzchnię wody, punkt wrzenia znacznie się podniesie. Gdy ciśnienie, wywierane przez parę, będzie cztery razy większe od zwykłego czyli, jak mówić przyjęto, równa się czterem atmosferom, woda wre przy 150° C. Przy tej właśnie ciepłocie w gorzelnicy gotują kartofle w t. zw. parniku. Woda, która w czasie gotowania zdołała przeniknąć do wnętrza kartofla,

posiada oczywiście również ciepłotę 150°. Skoro temperatura ta została osiągnięta, otwierają wentyl, znajdujący się w dolnej części parnika, i całą zawartość kotła spuszczaają do kadzi zaciernej. Kartofle zostają nagle uwolnione z pod nadmiernego ciśnienia, a zawarta w nich, o 50° za gorąca woda, raptownie zamienia się w parę. Wskutek tej, że się tak wyrażimy, eksplozyi w kartofiu, ścianki kcmórkowe zostają rozerwane, oswobodzona zaś w ten sposób mączka łatwo już poddaje się cukrującemu działaniu diastazy.

Dalsze zcukrzanie krochmalu odbywa się już tą samą drogą, co i przy dobywaniu okowity z żyta. Do ciepłej, wodą rozrobionej miazgi kartoflanej, dodaje się siodu jęczmiennego. Otrzymany płyn cukrowy, który, jak to jeszcze raz powtarzamy, znów odpowiada moszczowi, wytłoczonemu z winogron, poddaje się fermentacyi za pomocą drożdży. Przez destylowanie wyfermentowanego płynu odpędza się spirytus, w kotle zaś pozostaje wywar, jako produkt poboczny.

Wywar, otrzymywany przy pędzeniu okowity z żyta lub kartofli, przedstawia wyborną paszę dla inwentarza. Z surowego bowiem materyału, t. j. ze zboża lub kartofli, jedynie krochmal zamieniony zostaje w spirytus, wszystkie zaś substancye, zawierające azot, czyli ciała białkowe, pozostają w wywarze nietknięte. Wywar zatem jest doskonałem uzupełnieniem zwykłej paszy roślinnej, obfitującej, jak wiadomo, przeważnie w krochmal, a ubogiej w białko. To też utrzymywanie gorzelni daje rolnikowi możność hodowania znacznie większej ilości inwentarza, niżby to w zwykłych warunkach było możebne.

Ale okowita, pędzona z kartofli, zawiera dużo szkodliwych domieszek i nie może być użyta wprost tak, jak spirytus z wina lub żyta, który posiada czysty smak i zapach, i znajduje odrazu zastosowanie

do fabrykacji wódek. Spirytus kartoflany musi być w pierw oczyszczony przez rafinowanie.

Przy fermentacji zacieru kartoflanego z cukru powstaje nietylko spirytus i kwas węglany, lecz tworzy się jeszcze cały szereg innych ciał<sup>1)</sup>, wprawdzie zaliczanych przez chemików również do alkoholów, lecz wywierających zupełnie odrębny wpływ na ludzki organizm. W słownictwie chemicznem noszą one nazwę alkoholów amyłowych, powszechnie wszakże nazywają je olejami niedogonowemi lub fuzłami. Posiadają one działanie trujące, a sam zapach, im właściwy, jest duszący, drapie w gardle i wywołuje kaszel.

Fuzle muszą zatem być usunięte z surowej okowity. Uskutecznia się to w następujący sposób:

Surowy spirytus kartoflany zawiera zwykle 80 procent. wysokoku i 20 procent. wody. W mieszaninie tej oleje fuzłowe znajdują się w stanie rozpuszczonym. Gdy wszakże przez dodanie wody mieszanina rozcieńczona zostanie do 50-cioprocentowej zawartości wysokoku, plyn mętnieje, ponieważ oleje niedogonowe nie są już w stanie utrzymać się w roztworze i wydzielają się w postaci drobniutkich kropelek. Wówczas, rozcieńczony do 50 procentów spirytus, przesącza się przez węgiel drzewny, który kropelki te zatrzymuje, a jednocześnie, jak to już wiemy (patrz str. 53), pochłania barwnik, przykry zapach etc.

Oczyszczony w ten sposób 50-cioprocentowy spirytus za pomocą odpowiednich aparatów stęża się do 96-cioprocentowej zawartości alkoholu, przyczem postępowanie opiera się na następującej zasadzie:

Przypomnijmy sobie doświadczenie, które wykonaliśmy w celu przekonania się o obecności wysokoku w piwie. W tym celu zapaliliśmy dobywający się z wrzącego piwa spirytus u otworu długiej

---

1) Wspominaliśmy już o tem w odsyłaczu na str. 112



szklanej rurki, wstawionej w otwór kolby (patrz str. 122).

Otóż ta długa rurka, której potrzeby wówczas nie wyjaśniliśmy, była konieczna, żeby oddzielić pary wodne od par wysokowych. Gdybyśmy bowiem próbowali zapalić wyskok wprost u otworu kolby, to było by nam się to nie udało, gdyż w tem miejscu pary wyskoku zazwyczaj zmieszane są z taką ilością pary wodnej, że palić się nie mogą. Dopiero w długiej rurce szklanej pary te rozdzielają się w ten sposób, że, cięższe stosunkowo, pary wodne opadają na dół, podczas gdy lżejsze pary wyskoku unoszą się już same ku górze, a, zapalone u otworu, płoną.

W taki sam mniej więcej sposób postępują w destylarni przy zwiększaniu zawartości procentowej w spirytusie. Ponad kotłem destylacyjnym umieszczają wysoki przyrząd kolumnowy, w którym zgęszczają się pary wodne, a pary wyskoku przechodzą do odbieralnika. Tą drogą można doprowadzić produkt najwyżej do 96-cioprocentowej zawartości; cztery procenty wody pozostaną w wyskoku, chemicznie z nim związane.

Otrzymywanie 100-procentowego, a więc bezwodnego, czyli absolutnego alkoholu, datuje się dopiero od lat stu. W 96-cioprocentowy spirytus wrzuca się wapno palone, które lasuje się na rachunek zawartej w wyskoku wody i pochłaniając ją, tworzy z wodą związek chemiczny. Spirytus zostaje w ten sposób pozbawiony wody do ostatka i daje alkohol absolutny, zawierający 100<sup>0</sup>/<sub>o</sub> wyskoku.

Uważamy za właściwe powiedzieć jeszcze kilka słów o t. zw. denaturyzowanym spirytusie.

Spirytus i napoje wysokowe należą do rzędu tych pożywek, które się najlepiej nadają do opodatkowania na korzyść państwa.

Chociaż wyrób spirytusu przy dzisiejszych wa-

runkach ekonomicznych rolnikowi żadnych prawie zysków nie daje, to jednakże zapewnia mu cenny materiał w postaci wywaru, który, jak to już zaznaczyliśmy wyżej, pozwala na powiększenie hodowli inwentarza.

Państwo ze swej strony ma interes jedynie w opodatkowaniu samej wódki do picia, przyczem wysoki podatek, ciężący na tym artykule, jest pożądanym, przyczynia się bowiem poniekąd do ograniczenia w kraju pijaństwa. Uznając jednak pożytek, jaki gorzelnictwo pośrednią drogą oddaje gospodarstwu rolnemu, państwo nie może ograniczać produkcji wywaru, który niekiedy sam może być celem fabrykacji, a spirytus przytem pędzony, przeznaczony zostaje do celów technicznych, np. do palenia. Państwo nie obciąża podatkiem spirytusu do palenia, tak samo, jak nie opodatkowuje drzewa, węgla i t. d.

Potrzeba wszelako znaleźć sposoby, żeby spirytus, przeznaczony do palenia lub innych celów technicznych, nie był potajemnie używany do picia. Trzeba go uczynić niezdatnym do wyrobu wódki czyli należy go *zdenaturyzować*.

Osiąga się to przez dodanie takich substancyj, które, nie odejmując wyskokowi własności palnych, psują tylko jego smak i zapach i robią przez to niezdatnym do użycia. Nadto powinny one być takiego rodzaju, żeby ludzie niefachowi nie byli w stanie łatwemi sposobami domieszek tych usuwać.

Takimi ciałami, przeznaczonemi przez państwo do denaturyzowania wyskoku, są t. zw. *zasady pirydynowe*.

Przy fabrykacji gazu oświetlającego, jak to już mówiliśmy wyżej, powstaje amoniak, będący związkiem azotu z wodorem—i smoła. W tej właśnie smole znajdujemy ciała azotowe, które dają się określić chemicznie, jako pochodne od amoniaku i posiadają właściwi sobie, a bardzo przykry zapach. Przy de-

stylacyi smoły kamiennej, o której mowa będzie niżej, ciała te mogą być wydzielone. Są to właśnie owe zasady pirydynowe, które znajdują zastosowanie przy denaturyzowaniu wysokoku.

Przeróbka spirytusu na wódki, likiery i inne napoje wysokokowe, jest bardzo prosta. Sklepy, w których produkty te są sprzedawane i dziś jeszcze lud nazywa destylarniami. Określenie to pochodzi z tych jeszcze czasów, kiedy drobni handlarze sami na małą skalę pędzili spirytus z żyta. Dziś wyrób wódek i likierów stał się przedmiotem przemysłu na wielką skalę.

Likiery bardzo łatwo przyrządza się na zimno. Do rozcieńczonego odpowiednio spirytusu dodaje się cukru i pewną ilość esencji owocowej, stosownie do smaku, jaki ma być likierowi nadany. Esencje takie znajdują się powszechnie w handlu i są przyrządzane z owoców przez specjalne fabryki. W tym samym celu w ostatnich czasach znalazły ogromne zastosowanie t. zw. etery owocowe, otrzymywane wyłącznie tylko drogą chemiczną, bez owoców. Etery te coraz więcej nawet rugują z użycia dawniejsze esencje, produkowane z owoców.

Niektóre znów wódki przyrządzane bywają w ten sposób, że się spirytus nalewa na pewne części roślin i pozostawia w spokoju na czas dłuższy, a gdy wódka nabierze właściwego smaku i zapachu, płyn zlewa się do butelek.

Zupełnie inaczej ma się rzecz z fabrykacją koniaku, araku i rumu. Wszystkie te trzy produkty otrzymują się przez destylowanie wyfermentowanych płynów i smak swój zawdzięczają wyłącznie tym lotnym substancjom, które razem z produktem przechodzą do odbieralnika. Jest to więc, w ścisłym znaczeniu, surowy spirytus, tylko o przyjemnym smaku. Koniak pędzi się z wina, koloru zaś swego nabiera od beczulek dębowych, w których jest przez czas

dłuższy przechowywany. Arak otrzymują w Indjach przy destylowaniu wyfermentowanego ryżu. Przeróbka ryżu na napój wyskokowy w głównych zarysach odpowiada zupełnie naszej fabrykacji spirytusu z żyta. W tamtych stronach zamiast żyta używają ryżu, którego krochmal zamienia się w cukier, a ten ostatni po wyfermentowaniu daje wyskok. Rum znów wyrabiany jest głównie na Antyllach z melasy, pozostającej przy dobywaniu cukru z trzciny cukrowej (patrz str. 87).

Sposób, w jaki te napoje są otrzymywane, dowodzi, że nie zawierają one wcale cukru, ponieważ cukier nie przechodzi do destylatu. Z tego więc względu wszystkie trzy mogą być używane przez chorych na cukrzycę.

Podamy tu jeszcze kilka cyfr odnośnie do głównych części składowych w spotykanych częściej spirytualiach:

	Wyskok		Cukier
Koniak zawiera . .	53,82	proc. na objętość	—
Arak           " . .	60,74	"           "	—
Rum           " . .	77,62	"           "	—
Kimmel       " . .	33,90	"           "	31,18
Likier benedyktyński	46,20	"           "	32,57

Na zakończenie tego rozdziału poruszymy jeszcze pytanie co do pożywnej wartości wyskoku, o której dotąd nie wspominaliśmy wcale.

Zdania różnych autorów są pod tym względem podzielone, my wszakże przyłączamy się do tych, którzy wartość pożywną wyskoku sprowadzają do zera.

Nie możemy wszelako nie zwrócić uwagi na to, że gdy krochmal i cukier uważamy za środki pożywne dlatego, że zawierają w sobie węgiel, który

w organizmie zostaje spalony ostatecznie na kwas węglany; wyskok stanowi, bądź co bądź, produkt pośredni pomiędzy cukrem i kwasem węglanym, a jako taki, ulega w organizmie również zupełnemu spaleni. Możemy nawet przypuszczać, że z powodu swej prostej budowy chemicznej spala się on bezpośrednio łatwiej, niż cukier, a przedewszystkiem łatwiej, niż tłuszcz, który jest ciałem bardzo złożonem i w organizmie jest zapasowym materiałem odżywczym. Taki pogląd prowadzi do wniosku, że przez częste używanie wyskoku człowiek może zaoszczędzić ów zapas nagromadzony w ciele.

Ale pomimo, że zapatrywanie takie wydaje się mieć słuszne podstawy, licznie wykonane doświadczenia przekonały, że dla człowieka zdrowego wartość pożywna wyskoku jest bardzo mała. Natomiast stwierdzono, że rzecz ta zupełnie ma się inaczej z chorymi. Wskutek ogólnego upadku sił, nie są oni czasem w stanie przyjmować zwykłego pożywienia, wszelako wiemy o tem z doświadczenia, że gdy podamy im wina mocnego lub kieliszek szampana, to obok przyjemności, jaką im to sprawia, możemy w ten sposób siły ich znacznie pokrzepić. Daje się to wytłómaczyć tak, że gdy osłabiony organizm człowieka z trudnością tylko spożytkować może białka, tłuszcze i węglowodany z pokarmów, alkohol, który o wiele łatwiejszemu podlega utlenieniu, łatwiej tem samem utrzymuje ciepło i siłę życiową w chorém ciele.

Alkohol nie jest zatem wcale pokarmem dla zdrowego człowieka, podnieca on tylko w wysokim stopniu jego ustrój nerwowy. Dlatego jest zupełnie niewłaściwem podawać go dzieciom do lat czternastu, choćby nawet pod postacią najdroższego wina. Najwybitniejsi lekarze są dziś tego przekonania, że,

tak bardzo rozwinięta wśród zamożnych klas nerwo-  
wość znajduje swoją przyczynę po części w tem, że  
rodzice, w źle zrozumianym interesie własnego dziec-  
ka, często już w bardzo wczesnym wieku podają mu  
wino lub piwo w tem przekonaniu, że to mu się  
przysporzy.

---

## Wykład VI.

---

Ocet winny.—Esencya octowa.—Ocet drzewny.—Kwas octowy lodowaty.—Spirytus drzewny.—Aceton.—Proch.—Ogień grecki.—Rtęć piorunująca.—Bawełna strzelnicza.—Dynamit.—Kolodyum.—Żelatyna wybuchowa.—Kordit.—Wetna.—Bawełna.—Jedwab.—Sztuczna wetna. — Karbonizowanie.

Z kolei przechodzimy do octu.

Doświadczenie pokazało, że takie płyny wysokowe, jak wino lub piwo, gdy przez pewien czas będą wystawione na działanie powietrza, kwaśniejają wkrótce, tracą swoje odurzające własności, nabierają smaku ostrego i stają się niezdatne do picia. Te nowopowstałe płyny mogą być wszelako używane jako dodatki do potraw, którym nadają pewien przyjemny kwaskowaty smak.

Kwaśnienie napojów wysokowych tłómaczy się tem, że wyskok zamienia się w kwas octowy. Powstający płyn nazywa się octem. Wiemy już, jak łatwo sok winogrowy zamienia się w wino, z niewiele też większą trudnością możemy z wina zrobić ocet winny, który, podobnie jak i wino, znany jest ludziom od niepamiętnych czasów. Przemiana alkoholu w kwas octowy zachodzi pod wpływem tlenu powietrza. W pracowni chemicznej z łatwością można alkohol za pomocą odpowiednich środków utle-

niających zamienić w ocet. Ale zwykły tlen, zawarty w powietrzu, wywiera swoje działanie dopiero pod wpływem pewnego grzybka, zwanego *Mycoderma aceti*. Grzybek ten, podobnie jak wiele innych drobnoustrojów, znajduje się wszędzie w powietrzu i rozpoczyna swoją działalność wszędzie tam, gdzie się choć trochę octu znajduje.

Przygotowywanie octu winnego od dawien dawna odbywa się w następujący sposób: Do kadzi dębowej nalewa się nieco gorącego octu, żeby się drzewo dobrze nim nasyciło, poczem wypełnia się ją do dwóch trzecich części winem i nakrywa dnem z wywierconymi licznie otworami dla łatwego przystępu powietrza do powierzchni płynu. Po 14 dniach ocet jest gotów zupełnie i połowę spuszcza się do użytku. Spuszczony ocet zastępuje się nową ilością wina i procedurę taką prowadzić można lata całe dopóty, dopóki nie okaże się potrzeba wyszorowania kadzi.

Koniecznym wszakże warunkiem jest, żeby wino nie zawierało więcej nad 1‰ wyskoku, gdyż inaczej kwaśnienie postępuje z trudnością. Należy przeto mocne wina rozprowadzać odpowiednio wodą.

W podobny sposób postępuje się z winem owocowym i piwem. To ostatnie wszelako, użyte takiem, jak jest, dałoby ocet z gorzkawym smakiem, pochodzącym z chmielu. To też dawnymi czasy przygotowywano w tym celu piwo bez dodatku chmielu; piwo takie, choć niezdatne było na napój (patrz str. 118), nadawało się wszelako do przeróbki na ocet.

Ponieważ dobywanie octu opiera się jedynie na utlenianiu wyskoku, przeto każdy spirytus, czy z żyta, czy z kartofli otrzymany, nadaje się do fabrykacji. Dziś większa część octu, znajdującego się w handlu, jest tą właśnie drogą otrzymana. Spirytus handlowy, rozcieńczony wodą do 10-procentowej zawar-



tości wysokoku, może być następnie, podobnie jak wino, zamieniony w ocet, ale wydajność, otrzymana w ten sposób, jest niewielka. O ile wino kwaśniej z łatwością, o tyle trudniej postępuje sprawa z rozcieńczonym wyskokiem.

Otrzymują więc ocet ze spirytusu nieco inaczej, według metody, która już od lat dwudziestych naszego stulecia jest w użyciu i nosi nazwę „metody przyspieszonej.”

Używa się w tym celu odpowiednio zbudowanych kadzi o podwójnym dnie i wypełnia je wiórami bukowymi, które się okazały do tego najwłaściwsze. Wióry te nasycą się mocno octem, płyn wyskokowy umieszcza powyżej kadzi i jednostajnie kroplami spuszcza na wióry. Kadź ma z boków liczne otwory, które są tak przewiercone, że wpuszczają do wnętrza powietrze, nie pozwalają jednak, by płyn wyciekał. W ten sposób powietrze działa od razu na dużą powierzchnię wysokoku i zamienia go w ocet, który zbiera się powoli w dolnej części kadzi. Żeby osiągnąć zupełne utlenienie wysokoku i przeprowadzenie go do ostatek w ocet, potrzeba płyn, ściekający pomiędzy dna kadzi, trzy lub cztery razy przeprowadzić przez wióry.

Najmocniejszy ocet, jaki tą metodą otrzymać się daje, nosi miano „sprytu octowego.” Analizy różnych gatunków octu wykazały następujące rezultaty:

Spryt octowy zawiera	. 10,30	proc. kw. octowego
Ocet winny	” 3,37	” ”
Biały ocet zwyczajny	. 4,63	” ”
Ciemny . . . . .	3,53	” ”

Ciemny ocet zawdzięczał niegdyś barwę swoją piwu lub winu czerwonemu, z którego go otrzymywano, dziś wszakże barwią go przez dodanie małej ilości farby cukrowej (patrz str. 86).

W wielkiem też użyciu jest dziś esencya octowa, zawierająca 25 do 50 procent. kwasu octowego, który używać można dopiero po odpowiedniem rozcieńczeniu wodą. Esencji octowej nie można oczywiście przygotować metodą, którąśmy dopiero opisali; nadaje się ona jedynie dla wysokoku dziesięcioprocentowego, ilość więc otrzymanego kwasu octowego w occie odpowiadać musi pierwotnej zawartości wysokoku w płynie

Pochodzi też ona z zupełnie innego źródła i otrzymuje się technicznie przy suchej destylacji drzewa. W jednym z poprzednich wykładów, opisując sposób dobywania gazu oświetlającego, mówiliśmy szczegółowo o suchej destylacji węgla kamiennego. Głównymi produktami, które przytem powstają, są, jak już wiemy, gaz, płyn wodnisty (amoniak) i smoła. Otóż odpowiednie temu produkty tworzą się i przy suchej destylacji drzewa. Ale gaz drzewny nie jest w stanie konkurować z gazem, dobywanym z węgla, i dlatego nie znajduje zastosowania. Smoła drzewna używa się do smarowania drzewa budulcowego, pociągania parkanów, statków rzecznych i t. p. Płyn wodnisty, otrzymywany z drzewa, w przeciwstawieniu do zasadowego amoniaku, posiada kwaśny odczyn i jest głównym celem suchej destylacji. Płyn ten zawiera w sobie cenny bardzo, w stosunku do wartości drzewa, kwas octowy, oraz cały szereg innych substancji, które również znajdują zastosowanie. Surowy kwas octowy, wydobyty z drzewa, nosi nazwę octu drzewnego.

Oprócz octu, z płynu tego dobywa się również spirytus drzewny, najprostszy z alkoholów w chemicznem pojęciu (patrz str. 121). Spirytus ten, podobnie jak i alkohole, zawierające oleje fuzlowe, do picia się nie nadaje. W Anglii używają go nawet do denaturyzowania wysokoku (patrz str. 130). Inną znów

częścią składową octu drzewnego jest *aceton*, plyn klarowny, jak woda, który w pojęciu chemicznem jest już ciałem bardziej złożonem. Aceton znajduje zastosowanie przy fabrykacyi barwników anilinyowych, a także używany bywa jako rozpuszczalnik dla niektórych substancyi. W tej roli będziemy mieli sposobność poznać go, gdy mówić będziemy o fabrykacyi prochu bezdymnego.

W tem miejscu zajmuje nas jednakże głównie kwas octowy. W postaci octu drzewnego ma on kolor brunatny, wskutek zanieczyszczenia smolistemi częściami. Proces chemicznego oczyszczania produktu jest wszelako zbyt skomplikowany, ażebyśmy go tu mogli w krótkości wyłożyć, zaznaczymy więc tylko, iż jest on tak skierowany, że surowy ocet drzewny zamienia się w czysty i zupełnie bezwodny kwas octowy.

Oczyszczony kwas octowy pozornie niczem się nie różni od octu zwykłego, jest to bowiem również plyn bezbarwny jak woda, tylko z niezwykle silnym zapachem octowym. Posiada on przytem własność zestalania się przy niskiej ciepłocie i tworzy masę, podobną do lodu, zkąd nazywają go niekiedy „kwasem octowym lodowatym.” Masa ta stapia się dopiero przy  $+ 17^{\circ}$ . Rozcieńczony pół na pół wodą, znajduje się w handlu pod nazwą esencji octowej.

Omówiliśmy zatem najważniejsze pokarmy i pożywki oraz rolę, jaką odgrywają one w życiu ludzkim. Teraz przejdziemy do innych przedmiotów, których zrozumienie wymaga pewnych wiadomości chemicznych.

---

W jednym z poprzednich rozdziałów, mówiąc o korzyściach, jakie rolnictwo ciągnie z saletry chilijskiej, mieliśmy sposobność zapoznać się z nią pobieżnie (patrz str. 62); chilijska jest saletrą sodową —

teraz będziemy mówili o pokrewnej jej saletrze potasowej.

Saletra potasowa jest główną podstawą wszystkich gatunków prochu strzelniczego, który dopiero od 1886 roku zaczyna powoli ustępować miejsca prochowi bezdymnemu.

Żeby zrozumieć dokładnie istotę ciał wybuchowych, o których w dalszym ciągu mówić zamierzamy, musimy sobie przypomnieć to, cośmy już poprzednio (patrz str. 61) mówili o kwasie azotnym. Jest to produkt utlenienia azotu czyli związek obfitujący bardzo w tlen.

Saletra potasowa lub inaczej t. zw. *azotan potasu*, jest to sól, która powstaje przez połączenie kwasu azotnego z zasadą—potasem. Jeżeli, zamiast na potas lub inne zasady, działać będziemy kwasem azotnym na takie ciała, jak celuloza <sup>1)</sup>, to i w tym razie zajdzie pomiędzy temi substancjami połączenie chemiczne, ponieważ ukryta w kwasie azotnym „grupa nitrowa” <sup>2)</sup> zwiąże się z celulozą. Otrzymana tą drogą nitroceluloza i inne podobne do niej ciała, stanowią podstawę prochu bezdymnego i wszystkich najnowszych środków wybuchowych. Grupa nitrowa składa się z jednego atomu azotu i dwóch atomów tlenu.

Połączenie azotu z tlenem, które pod postacią saletry tkwi w znanym już oddawna prochowi strzelniczym, jest również zasadniczą częścią składową wszystkich dzisiejszych prochów bezdymnych, w których ten związek jest ukryty w formie „grupy nitrowej”. Licznie czynione usiłowania nad wynalezienie

<sup>1)</sup> Bliższych szczegółów o celulozie dowiemy się przy objaśnieniu fabrykacji papieru.

<sup>2)</sup> Nazwa; grupa „nitrowa” pochodzi od łacińskiego wyrazu *nitrum*, oznaczającego saletrę.

niem jakiegoś innego, lepszego związku, nie osiągnęły dotychczas żadnego rezultatu, tak, że owa „grupa nitrowa“ panuje wszechwładnie w dziedzinie techniki materiałów wybuchowych, od chwili wynalezienia prochu, aż po dzień dzisiejszy.

Ponieważ ani Grecy, ani Rzymianie w klasycznej starożytności nie znali saletry, nie mogli więc tem samem znać żadnych mieszanin, przypominających proch. Prawdopodobnem jest tylko, że ten ostatni w piątym wieku został z dalekiego wschodu, więc zapewne z Indyi lub Chin, przywieziony do głównego miasta państwa greckiego, Bizancyum.

Otóż w arsenale bizantyjskim przekonano się, że, gdy do ciał łatwo palnych dodać prochu, to otrzymana mieszanina pali się bardzo gwałtownie i nie daje się zagasić żadnymi środkami. Własność ta polega na wysokiej zawartości tlenu, który znajduje się w prochu w ilości 47,5 procentu. Tlen, jak to już wiemy, jest niezbędnym pierwiastkiem dla każdego palenia, a ukryty pod twardą postacią w prochu, zostaje wprowadzony sztucznie do palnej mieszaniny.

Dowiedziano się również w Bizancyum, że mieszanina, najlepiej sprzyjająca paleniu, składa się z saletry, węgla i siarki. Tak zwany „ogień grecki“ był właśnie taką mieszaniną, za pomocą której miasto długo się broniło przeciwko najściom nieprzyjaciół. Z jego to pomocą w siódmym wieku udało się Bizantczykom spalić liczne okręty Arabów, tak, że ci w końcu zmuszeni byli odstąpić i porzucić myśl zdobycia kiedykolwiek miasta. Natomiast mieszkańcy zachodnich krajów Europy, nie znając jeszcze tego środka obronnego, nie byli w stanie oprzeć się Arabom, którzy w ten sposób w 711 roku zdobyli Hiszpanię, stali się na długi czas panami całego prawie kraju i zamienili go w państwo mahometańskie.

W dziesiątym wieku Bizancyum, z pomocą ognia greckiego, jeszcze raz odpięra skutecznie groźne najeźdźcy Bułgarów.

Ogień grecki przyczynił się zatem w wysokim stopniu do ukształtowania się historii świata, a z biegiem czasu, gdy zeń powstał proch strzelniczy, wpływ ten stawał się coraz wybitniejszy.

Jest rzeczą zadziwiającą, iż Bizantczykom udało się tak długo, bo 500 do 600 lat, utrzymać w głębokiej tajemnicy skład chemiczny ognia greckiego; niepodobna bowiem przypuścić, żeby liczni nieprzyjaciele, którzy w ciągu tego czasu mieli sposobność doświadczyć na sobie jego skutków, nie usiłowali odkryć tajemnicy.

Dziś wydaje nam się to wprost niepodobieństwem, żeby jakieś państwo, znalazłszy się np. przed pięciu wiekami w posiadaniu tajemnicy równie doniosłego wynalazku, było w stanie ukrywać ją aż do naszych czasów.

Najstarsze dokumenty pisane, w których znajdujemy wiadomość o składzie ognia greckiego, pozostawił pisarz bizantyjski, Marcus Graecus, który żył około 1200 roku. Napisał on księgę, mającą w łacińskim przekładzie tytuł: *Liber ignium ad comburendos hostes*, co po polsku brzmi: „Księga, traktująca o ogniach do spalania wrogów“. Różne wszelako okoliczności przemawiają za tem, że Marcus Graecus nie był pierwszym, który zdradził ówczesnemu światu tajemnicę ognia greckiego, lecz że wiadomości swoje czerpał już z ustnych podań, i że nie samo tylko Bizancyum było w posiadaniu tajemnicy.

I w tej jeszcze książce jest mowa o ogniu greckim, jedynie jako o mieszaninie silnie palącej, chociaż przepisy, podane przez autora, są zadziwiająco podobne do tych, podług których przygotowywano dawniejszy proch wojskowy.

Skład chemiczny ognia greckiego  
według Marcusa Graecusa

11	procentów	siarki
22	„	węgla
67	„	saletry

Skład chemiczny  
prochu wojskowego

10	procentów	siarki
16	„	węgla
74	„	saletry

Nie wiadomo, kto i gdzie po raz pierwszy odkrył tajemniczą, mieszaninę tej właściwą siłę wybuchową; nazywamy ją eksplozyą a inną, równą jej, jeżeli pominiemy siły przyrody, nie rozporządzamy.

Gdy siłę tę wszelako raz poznano, co w każdym razie jeszcze za czasów Marcusa Graecusa nie nastąpiło, umiano zużytkować ją odpowiednio do potrzeb wojny. We Florencyi, w roku 1326, odlano po raz pierwszy armaty metalowe, które nabijane były żelaznymi kulami, a różne opisy bitew i oblężeń, z owych czasów pozostałe, podają nam już liczbę dział, będących w użyciu. O wiele wszakże trudniej postępowała sprawa zmniejszania broni i przystosowywania jej do łatwego ręcznego użytku. Jeszcze około 1500 roku armaty były bardzo niedoskonałe; po wyrzuceniu pocisku działo odskakiwało w tył na taką odległość, że można było dać 36 strzałów z innych dział, zanim tamto zdołano napowrót nabić.

Tak stały sprawy aż do czasów Fryderyka Wielkiego, kiedy strzelby o tyle już udoskonalono, że wynik bitwy można było przypisać głównie ogniowi z broni ręcznej, w jaką piechotę zaopatrzono.

Kierunek rany, zadanej strzałą, można było w ciele wysledzić z łatwością, rzecz się jednak zmieniła, odkąd poczęto używać pocisków z broni palnej. Wyjęcie kuli z ciała wymagało gruntownych znajomości anatomii. To też nauka ta, będąca dotychczas w zaniedbaniu, weszła na właściwe tory dopiero z wynalezieniem broni palnej. Proch zatem przyczynił się w wysokim stopniu i do rozwoju nauk medycznych, gdyż cała wiedza lekarska zaczęła odtąd opierać się na anatomii.

Z biegiem czasu pracowano bardzo wiele nad udoskonaleniem prochu, jak widzimy wszelako z zestawionych wyżej przepisów, postęp, na tem polu uczyniony, nie był zbyt wielki.

Sposób przyrządzania prochu odznaczał się za-

wsze wielką prostotą. Trzy wymienione wyżej substancje mieszano z sobą i proch był gotów. Dopiero w bieżącym stuleciu dokonano w jego fabrykacji ważnych reform. Nadano mu przedewszystkiem pozór ziarnisty i wielkość ziarn przystosowano do broni, dla której proch przeznaczono. I tak np., do wielkich dział wytłaczają go w postaci sześciokątnych pryzmatycznych kostek; naturalną ich wielkość przedstawia nam załączony rysunek. W każdej kostce

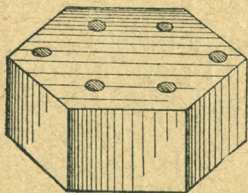


Fig. 15.

znajduje się po kilka wywierconych na wylot otworów, które ułatwiają momentalne spalanie się całego ziarna. Mimo to jednak proch drobno-ziarnisty spala się daleko szybciej. Dla wielkich wszakże dział taka gruba forma prochu jest korzystniejsza z tego głównie względu, że przy znacznej długości rury, siła wybuchowa rozwija się wolniej, ale też za to i z większym skutkiem.

Przedstawiliśmy tutaj jedno tylko z ulepszeń, jakie na punkcie wyzyskania siły wybuchowej prochu dokonano; chociaż ogień grecki składem swoim tak niewiele się różnił od prochu, to jednakże, wyrzucany na nieprzyjaciela jedynie w postaci płonących żagwi, wydaje się nam zabawką dziecinną w porównaniu do zniszczenia, jakie sieją dzisiejsze pociski.

Żeby dać przykład, jak daleko posunięta być może technika w tym względzie i wyzyskana siła prochu ziarnistego, zanotujemy tu fakt następujący. Na wystawę wszechświatową w Chicago nadesłał Krupp działo, wymagające do nabicia 115 kilogramów prochu i wyrzucające pocisk wagi 215 kilogramów na odległość 20,226 metrów. Dla przebycia tej drogi kula biegła 70 sekund, a łuk, jaki przytem opisywać musiała, osiągał wysokości 6,540 metrów.



Dla jaśniejszego pojęcia tej wysokości, dodamy, że szczyt Chimboraso ma tylko 6,421 metrów. Sześć takich potężnych dział ustawiono dla obrony kanału Północnego u ujścia Elby.

Postęp wszakże, jaki chemia uczyniła w bieżącym stuleciu, dokonał wielkiego przewrotu i w fabrykacji prochu. W pracowniach chemicznych znane już były oddawna silnie eksplodujące ciała. Nie dawały się one wszakże długi czas zastosować do broni palnej z tego względu, że, wybuchając gwałtownie, jednocześnie z wyrzuceniem naboju rozrywały niejednokrotnie i samo działo.

Jeden tylko związek znalazł zastosowanie w technice broni palnej, jako ważny środek pomocniczy, a mianowicie *rteć piorunująca*, która wybuchła od lekkiego uderzenia.

Zastosowano też ją natychmiast do wyrobu kapiszonów, za pomocą których zapalano proch w nabojach; dotąd bowiem czynność ta połączona była z wielkimi trudnościami. Dokonywano tego długi czas za pomocą lontu zapalonego; znacznie później wynaleziono broń skalkową, przy której iskrę wywoływano uderzeniem stali o krzemień (patrz str. 23).

Gdy proch wybuchła, wywiązuje się mnóstwo dymu. Dym ten pochodzi głównie z potasu, zawartego w saetrze. Potas jest to ciało twarde, metal, który przy wybuchu zamienia się w siarczan potasu i inne tym podobne związki. Substancje te również są stałe i twarde, a przy wybuchu rozpraszają się w postaci gęstego pyłu i, zawieszony długo w powietrzu, tworzą ów ciężki dym prochowy.

Zupełnie wszakże inaczej zachowuje się bawełna strzelnicza, do której teraz przechodzimy. Zapalona, spala się szybko, bez najmniejszego śladu dymu.

Na czemże więc polega taka wielka różnica pomiędzy dawniejszym i dzisiejszym materiałem wybu-

chowym? Sama bawełna jest celulozą i składa się z sześciu atomów węgla, dziesięciu wodoru i pięciu tlenu, posiada zatem wzór  $C_6H_{10}O_5$ , należy więc do gromady węglowodanów (patrz str. 79). Jeżeli podzielać na nią kwasem azotnym, którego siłę jeszcze wzmocnić można przez dodatek kwasu siarczanego, (mieszanina taka nosi w technice nazwę kwasu nitrowego), to grupy nitrowe, jak zaznaczyliśmy to we wstępie, łączą się chemicznie z cząsteczką celulozy. Dawniejszy proch jest tylko starannie przyrządzoną mieszaniną kilku substancji, dzisiejszy zaś materiał wybuchowy jest związkiem ściśle chemicznym. Proch się wypala, pozostając mieszaniną, a cząsteczka substancji wybuchowej, gdy eksploduje, rozpada się w swojej budowie. Gdy kilogram prochu do zupełnego spalania się potrzebuje jednej setnej części sekundy, kilogram bawełny strzelniczej ulega zupełnemu rozkładowi w jedną pięćdziesiątysięczną część sekundy.

Przy spalaniu się bawełny strzelniczej z węgla powstaje kwas węglany, a z wodoru tworzy się woda. Potrzebna w tym celu ilość tlenu znajduje się już najpierw w samej bawełnie, większa wszakże jego część pochodzi z grup nitrowych, których kilka wiąże się w cząsteczce bawełny strzelniczej z celulozą. Azot grup nitrowych uchodzi w powietrze swobodny. Przy wybuchu zatem powstają następujące gazy: kwas węglany, azot, i woda również w postaci gazowej, przy wysokiej bowiem temperaturze, jaka towarzyszy wybuchowi, i woda zamienia się w parę.

Wszystkie trzy gazy są bezbarwne, więc i widzieć ich nie możemy, dlatego też bawełna strzelnicza przy wybuchu nie daje dymu i znika bez śladu dla oka.

Bawełna strzelnicza była pierwszym materiałem wybuchowym, dającym się spożytkować. Odkryto ją w latach czterdziestych naszego stulecia

i wiele państw zajęło się gorliwie jej przygotowywaniem. Przechowywane wszakże zapasy tego materiału często bez żadnej zewnętrznej przyczyny eksplodowały, czyniąc dokoła straszne spustoszenia. To było powodem, że stracono do niej na długi czas zaufanie i dopiero po trzydziestu latach pracy poznano sposoby otrzymywania takiej bawełny strzelniczej, którą bez obawy można się posługiwać.

Nadto stwierdzono, że wilgotna bawełna strzelnicza równie, a może nawet lepiej jeszcze nadaje się do wybuchu, niż sucha. Taką też wilgotną, pod silnym ciśnieniem prasowaną, bawełną strzelniczą nabijają dziś torpedy, których siła wybuchowa jest tak wielka, że najlepiej nawet opancerzone statki nie mogą się jej oprzeć.

Nabijanie torpedy materiałem wybuchowym jest zupełnie bezpieczne, ponieważ wilgotna bawełna strzelnicza nie zapala się wcale od zwykłego płomienia. Wybucho ona wtedy dopiero, gdy otrzyma z zewnątrz nader szybkie w fizycznym pojęciu uderzenie i na tem właśnie polega doniosłość tego wynalazku.

Takie uderzenie spowodować może np. wybuch rtęci piorunującej. Jeżeli więc torpedę, nabitą wilgotną bawełną strzelniczą, zaopatrzymy w nabój, wypełniony rtęcią piorunującą, i za pomocą odpowiedniego przyrządu wywołamy w nim wybuch, to energia ruchu falowego spowoduje zmianę układu atomów w cząsteczce bawełny strzelniczej, cząsteczki się rozpadną i spowodują wybuch, bez względu czy bawełna była sucha, czy mokra.

Zanim jeszcze zdołano bawełnę strzelniczą uczynić bezpieczną w użyciu, znano już inny, nowy materiał wybuchowy, którym posługiwano się w czasie pokoju do robót górniczych i t. p. Tym materiałem, znanym dziś światu całemu, jest dynamit.

W swoim czasie (patrz str. 30) poznaliśmy już glicerynę, jako jedną ze składowych części tłuszczów. Otóż gliceryna, w zetknięciu ze wspomnianym wy-

zej kwasem nitrowym łączy się z trzema „grupami nitrowymi” i tworzy ciało bardzo bogate w związek eksplozyjny. Otrzymany produkt nosi nazwę *nitrogliceryny*, ma postać gazu, podobnie jak i gliceryna i w tej formie nie nadaje się jeszcze do celów wybuchowych. Zarabiają więc ją z bardzo cienkim mianem piaskowym na twardą masę i w tej postaci ma ona nazwę dynamitu, jakim się posługują przy rozsadzaniu skał. Z pomocą tego właśnie materiału wybuchowego wykopano tunel St. Gotarda i dokonano niezliczonych dzieł pożytecznych dla ludzkości.

Specjaliści na drodze czysto matematycznych wyliczeń doszli do wniosku, że jednocześnie ze zmniejszeniem otworu karabina, a tem samym i jego wymiaru, można otrzymać bezporównania większe rezultaty, niż ze zwykłą bronią. Potrzeba tylko, aby siła, wyrzucająca naboje, mogła być większa, niż ta, którą zapewnić może proch zwyczajny.

Rozpoczęły się więc poszukiwania nowego, silniejszego prochu dla broni ręcznej. Doświadczenie nakazywało szukać go pomiędzy znanymi już dobrze *ewiązkami nitrowymi*, a koniecznym już warunkiem być musiało, żeby nowy proch nie dawał dymu.

Zadaniu temu czynił poniekąd zadość *melinit*, wykryty przed kilku laty przez Francuzów i w swoim czasie tak głośny. Otrzymują go z kwasu karbolowego (jakiego się używa pospolicie do dezynfekcyi) działając nań kwasem nitrowym. Cząsteczka kwasu karbolowego przyłącza również trzy „grupy nitrowe” i daje związek, noszący nazwę *kwasu pikrynowego*. Produkt ten, podobnie jak i bawełna strzelnicza, wybucha w stanie wilgotnym pod wpływem silnego uderzenia. Bliższe szczegóły, dotyczące fabrykacyi tego nowego prochu, są tajemnicą państwową, która zapewne długo ukrywać się nie da. Melinit nazwę zawdzięcza temu, że kwas pikrynowy po stopieniu, t. j. w tej formie, w jakiej go do fabrykacyi używa-

ja, ma pozór miodu, który w języku łacińskim nazywa się—*mel*.

Zdaje się wszakże, że bawełna strzelnicza zwykle ciężko wytrzyma konkurencyę zarówno z kwasem pikrynowym, jak i innymi dzisiejszymi prochami bezdymnymi. Można nawet przypuścić, że stanowi ona nieodzowną część składową wszystkich prochów bezdymnych, choć przy tajemnicy, jaką państwa otaczają fabrykacyę tychże, stanowczo utrzymywać tego nie można.

Jedną z zalet bawełny strzelniczej, jest jej własność rozpuszczania się w pewnych płynach, ułatwia to bowiem nadzwyczaj fabrykacyę prochu. Znamy wszyscy wybornie środek lekarski, zwany *kolodyum*. Jest to właśnie roztwór bawełny strzelniczej w mieszaninie eteru z alkoholem. Gdy płyny te się ulotnią pozostaje bawełna strzelnicza pod postacią błonki, której możemy nadać dowolną grubość. Błonka ta, pocięta na drobniutkie kawałki, da nam już proch bezdymny. Jednak właściwa fabrykacya prowadzi się w rzeczywistości nieco inaczej, ale w każdym razie w sposób dosyć zbliżony.

Bawełna strzelnicza sama przez się daje proch za silny do karabinów, gdyż zamiast wyrzucać pociski rozsadza niekiedy lufę. Do roztworu dodają więc jakiegokolwiek substancyi biernej, jak np. kamfory. Po odparowaniu takiej mieszaniny, będącej, że tak powiemy, bawełną strzelniczą, rozcieńczoną za pomocą kamfory, otrzymuje się pozostałość, która jest właśnie prochem bezdymnym. Widzimy zatem, że tym sposobem otrzymywać się daje proch dowolnej mocy, odpowiednio do celu, na jaki jest przeznaczony.

Najsilniejszy ze wszystkich materiałów wybuchowy, który nie nadaje się dla broni palnej, lecz ma zastosowanie w górnictwie, otrzymywany bywa przez traktowanie bawełny strzelniczej nitrogliceryną. Ba-

welna nie rozpuszcza się w niej wprawdzie, lecz tylko pęcznieje, zamieniając się w masę, podobną do żelatyny, z kąd też otrzymała nazwę *żelatyny wybuchowej*. Jest to najstraszniejszy ze wszystkich środków wybuchowy, którego siłę można potęgować odpowiednio do ilości użytej bawełny strzelniczej. W dynamicie piasek osłabia siłę wybuchową nitrogliceryny, tu zaś przeciwnie, bawełna strzelnicza potęguje ją w wysokim stopniu.

Jeżeli nitroglicerynę rozcieńczyć acetonem (patrz str. 139), potem dodać bawełny strzelniczej, a następnie ciał biernych, zmniejszających siłę wybuchową, to, po odparowaniu pewnej ilości acetonu, pozostanie produkt, dający się za pomocą odpowiednich maszyn wyciągać w długie nitki, pożądanej grubości. Gdy z nitek tych przez wysuszenie i reszta acetonu będzie usunięta, powstanie materiał wybuchowy, który dla formy swojej otrzymał nazwę *korditu*, od francuskiego *corde* — sznurek. Produkt taki jest używany jako proch bezdymny w angielskiej armii. Przez odpowiednie dodawanie do roztworu biernych substancji siłę jego również można dowolnie zmieniać.

Wyłożyliśmy tutaj pobieżnie historię powstania prochu zwyczajnego i zasady, na których się opierało przy fabrykacji nowych, bezdymnych gatunków.

Czyniono w ciągu lat niezliczone próby w celu otrzymania nowych prochów i nowych materii wybuchowych. Przekonano się wszakże, że jedynie „grupa nitrowa,” jak to już wyżej zaznaczyliśmy, pozwala osiągnąć praktyczne rezultaty, głównie dlatego, że fabrykacja takich właśnie materiałów jest jeszcze względnie dosyć bezpieczną.

Natomiast weźmy np. ciało bardzo podobne do saletry potasowej, ale z tą różnicą, że zamiast atomu azotu, zawiera atom chloru. Będzie to tak zwany chloran potasu (*kali chloricum*). Azot przez skrócenie oznacza się przez N (od *nitrogenium*), a chlor

przez początkowe litery Cl. Gdy oba powyższe związki napiszemy w skróceniu za pomocą przyjętych wzorów, to chemiczne podobieństwo ich będzie bardzo wyraźnem.

$\text{NO}_3 \text{K}$   
azotan potasu

$\text{ClO}_3 \text{K}$   
chloran potasu.

Chloran potasu można również mieszać z węglem lub siarką, albo i z obydwoma temi ciałami razem. Jak nas wszakże o tem poucza doświadczenie, powstają tą drogą tak silne mieszaniny, że nawet przy największej ostrożności w obchodzeniu się, sprrowadzają często eksplozyę. Wystarcza słabe uderzenie, a choćby tylko nacisk, którego przy fabrykacyi na większą skalę uniknąć prawie niepodobna, żeby wywołać wybuch. Nawet przy przerabianiu małych ilości w pracowniach chemicznych, robota jest niebezpieczną, to też produkcji fabrycznej takich przetworów zaniechano zupełnie.

Z tego powodu chloran potasu znalazł zastosowanie głównie przy wyrobie ogni sztucznych. Mieszają go bardzo ostrożnie i powierzchownie z innymi ciałami, najczęściej wprost tylko przez lekkie wstrząsanie w gilzach, w których ognie mają być spalone.

Przejdźmy teraz do odzieży. Ubranie, które ciało nasze pokrywa, wyrabiane bywa z włókien zwierzęcych lub roślinnych, tudzież ze skóry.

Włókna zwierzęce tem się przedewszystkiem różnią od roślinnych, że pierwsze zawierają azot. Włókno zwierzęce, spalając się, wydziela produkta azotowe o wstrętnym zapachu palonego rogu, przy spalaniu zaś roślinnego włókna odczuwamy zapach palącego się papieru.

O charakterze samych włókien mówić tu wiele nie będziemy. Z produktów zwierzęcych zatrzymamy się jedynie na wełnie i jedwabiu.

Włókno zwierzęce ma powierzchnię bardzo chropowatą, pełną odrostków. Gdy zrobimy zeń nici i część ich nawiniemy na walec tkacki jako „osnowę,” a przez przerzucanie czólenka utworzymy „wałtek.” to otrzymamy tkaninę, która niewiele się różni od grubego płótna lnianego. Gdy wszakże tkanina surowa zostanie zmoczona, a następnie silnie ubita przez walcowanie, to pojedyncze odrostki włókna zbiegają się razem, a materiał nabiera tej pilśniowej powłoki, jaką na suknoch widzimy. Dla zupełnego wykończenia sukno bywa jeszcze strzyżone, gładzone i t. d. Są to już wszakże szczegóły czysto techniczne, w które bliżej wchodzić nie będziemy.

Tkaniny jedwabne nie są poddawane pilśniowaniu i dlatego rozróżniamy w nich wyraźnie wszystkie pojedyncze włókna. To samo materiały lniane i bawełniane, w których, pomimo prania, zbijania i t. d. nici są zawsze widoczne, leżą jedna przy drugiej i dają się przez skubanie wyciągać palcami.

Choć ubranie wełniane zniszczy się i będzie już niezdatnem do dalszego noszenia, to jednak większa część wełny pozostaje w nim jeszcze nieużyta. Materiał ulega zniszczeniu tylko powierzchownie, drze się, płami lub t. p.

Wyroby np. pończosznice, gdy zostaną zdarte, mogą być, jak o tem wszyscy dobrze wiemy, napowrót sprute, a po rozskubaniu zamienione w przędzę zdatną na nową tkaninę. Nie będzie to wprawdzie materiał równej dobroci, co nowy, ale w każdym razie może jeszcze długo być noszony.

Otóż nietylko wyroby pończosznice, lecz także i to przeważnie znoszone ubranie zostają napowrót na wełnę rozskubane. Dokonywa się tego fabrycznie za pomocą wielkich maszyn. Robotnice rozcinają wszystkie szwy, krają materiał w kawały, sortują i podają do maszyn, te zaś wyrzucają z drugiej strony już rozskubaną wełnę. Otrzymane włókno jest jednak o wiele krótsze od nowego, mimo to nada-



je się jeszcze wybornie na przędzę, której używają do tkania materiałów tanich, przeznaczonych dla warstw uboższych.

Fabrykacya taka byłaby bardzo łatwa i korzystna, gdyby nie miała do zwalczenia pewnych trudności. Bawełna jest o wiele tańsza od wełny, fabrykanci więc, żeby módz taniej od drugich zbywać produkt gotowy, mieszają wełnę z bawełną i przędą następnie na nici. Tkaniny zrobione z tego rodzaju mieszanki dosyć rzadko jednak są spotykane, głównie z tego względu, że wełnę zmieszaną z bawełną z trudnością można farbować, jak się o przyczynach tego później nieco dowiemy. Najczęściej wszelako postępują w ten sposób, że osnowę dają z nitek bawełnianych, a wątek z wełny. Przy walcowaniu wełna spłśnia się o tyle, że to zupełnie wystarcza do zakrycia nitek bawełny. Cała rzecz wychodzi na jaw dopiero w noszeniu ubrania. W miejscach, które się najwięcej zużywają, a więc np. u wylotu rękawów, wełna szybko się ściera, a nici bawełniane, mocno zazwyczaj skręcone i nie spłśnione, stają się widoczne.

Otóż, gdy taki właśnie materiał zostanie po znoszeniu rozskubany, to powstanie wełna, zmieszana z bawełną, a gdy z biegiem lat proces ten powtórzy się z takim materiałem kilkakrotnie, wełna sztuczna stanie się zupełnie niezdatna do użytku.

Żeby więc wełnę sztuczną, zawierającą domieszkę bawełny, módz zużytkować, niejaki Köber wynalazł w latach czterdziestych sposób nazwany „karbonizowaniem,” z pomocą którego można wełnę pozbawiać łatwo tej niepożądaney domieszki. W tym celu wrzuca się mieszankę do rozcieńczonego kwasu siarczanego, lub innych, podobnie działających środków. Płyny te wygryzają bawełnę w mieszaninie do takiego stopnia, że ta, po wysuszeniu produktu przy 90 lub 95<sup>o</sup>, rozpada się w pył. Proces taki prawie zupełnie nie narusza wełny, a sam produkt.

po odpowiedniej przeróbce maszynowej, zostaje do ostatka pozbawiony bawełny, która oddziela się w postaci kurzu. Dzisiaj we wszystkich państwach, w których rozwinięty jest przemysł tkacki, znajdujemy fabryki wełny sztucznej. Już w r. 1880 w Anglii tylko 34 procent ogólnej ilości sukna fabrykowano z czystej wełny owczej. Od tej pory zastosowanie wełny sztucznej postąpiło w znacznej mierze.

Natura dostarcza nam przeważnie bezbarwnej zupełnie przędzy. Białej jednak odzieży nosić nie możemy, gdyż jest z wielu względów niedogodna. To też człowiek już od niepamiętnych czasów starał się farbować tkaniny.

Farbierstwu więc zamierzamy poświęcić nasz następny wykład.

KONIEC TOMU PIERWSZEGO.

# SPIS RZECZY

## zawartych w tomie pierwszym.



Przedmowa. . . . . str. 5

### Wykład I.

Oddychanie.—Fizyka i chemia.—Ciężar powietrza.—Barometr.—Analiza powietrza.—Argon, ozon.—Różnica między powietrzem wdychanem i wydychanem.—Utrzymanie stałej ciepłoty ciała.—Palenie.—Zapałki.—Żółty i czerwony fosfor. . str. 11

### Wykład II.

Istota płomienia.—Świece.—Skład chemiczny tłuszczów.—Oleje.—Nafta.—Węglowodory.—Pierwiastki.—Czterowartościowość atomu węgla.—Wzory chemiczne.—Atom i cząsteczka.—Destylacja.—Eter naftowy.—Waselina.—Parafina.—Fabrykacja gazu oświetlającego i produkty poboczne, przy niej otrzymywane.—Jeszcze o istocie płomienia.—Gotowanie na gazie.—Światło żarowe. . . . . str. 27

### Wykład III.

Żywienie się roślin.—Mierzwienie.—Ugory.—Nawozy sztuczne.—Kości.—Superfosfat.—Sole potasowe.—Użyźnianie ziemi azotem.—Zasady, kwasy i sole.—Ług macierzysty.—Żywienie się ludzi i zwierząt.—Próby trawienia.—Białko.—Tłuszcze.—

Węglowodany.—Mleko słodkie i kwaśne.—Ser.—Włóknik.—Suro-  
wica.—Pasza pożywna.—Klej. . . . . , str. 47

### Wykład IV.

Rozmaitość pokarmów.—Masło.—Margaryna.—Sztuczne  
okrasy.—Mąka.—Rodzaje cukrów.—Słodycz w owocach.—Dyeta  
chorych na cukrzycę.—Cukier gronowy.—Cukierki.—Farba cukro-  
wa.—Cukier trzcinowy.—Premie wywozowe.—Sacharyna.—Spo-  
żywanie pokarmów.—Sól kuchenna.—Żelazo.—W jakim celu  
gotujemy pokarmy.—Zupy.—Wypiek chleba.—Gotowanie ziem-  
niaków. . . . . str. 75

### Wykład V.

Niezbędna ilość pokarmów i ich pożywność.—Fermentacja.—  
Wino owocowe.—Wino szampańskie.—Miód.—Kumys.—Piwo.—  
Słód.—Spirytus.—Drożdże prasowane.—Okowita.—Spirytus z zie-  
mniaków.—Wywar.—Oczyszczanie spirytusu.—Alkohol absolu-  
tny.—Spirytus denaturyzowany.—Spirytualia. . . . . str. 105

### Wykład VI.

Ocet winny.—Esencja octowa.—Ocet drzewny.—Kwas octowy  
lodowaty.—Spirytus drzewny.—Aceton.—Proch.—Ogień grecki.—  
Rtęć piorunująca.—Bawełna strzelnicza.—Dynamit.—Kolodyum.—  
Żelatyna wybuchowa.—Kordit.—Wełna.—Bawełna.—Jedwab'.—  
Sztuczna wełna.—Karbonizowanie. . . . . str. 135

---

## OD REDAKCYI.

---

*P. Wal. we Lwowie.* Rękopis wysłaliśmy pod opaską rekomendowaną. Za 6 tygodni prosimy o zwrot.

*P. Kar. B. w Kryżopolu.* Wydawnictwo Historii Kościoła wychodzi po za obręb naszej koncesyi. Inne życzenia będziemy mieli na uwadze.

*Prenumeratorem z Kijowa.* Serdecznie dziękujemy za słowa uznania. Ze względów formalnych nie możemy obecnie dawać dzieł w tym rodzaju, jakie Sz. Pan wymienia, mamy jednak nadzieję, że w przyszłości będziemy mogli program rozszerzyć. Odpowiedzielibyśmy listownie, gdyby Szan. P. był podał adres.

*P. Lak. w Snowskaja.* Na tomach Lit. Chmielowskiego nie ma numerów porządkowych „Biblioteki,“ dlatego, żeby prenumerator mógł sobie złożyć z nich całość oddzielną. Tom IV-ty wyjdzie w bież. kwartale. Nie obiecywaliśmy, że całość skończy się w r. z.

*P. Lich. w Warszawie.* Rękopism jest do zwrotu w redakcyi.

*Autorce powiastki „Wśród lodów.”* Rękopis otrzymaliśmy, ale nie możemy go zapisać do konkursu, gdyż wystarczyłby zaledwie na pół naszego tomu. Trzeba liczyć mniej więcej dwie kartki dość ścisłego pisma na jedną kartkę druku, czyli, że rękopis powinien obejmować takiego pisma mniej więcej 320 str., zaś rękopis Sz. P. ma tylko 139 str. Jest do odebrania w Redakcyi.

*Jednemu ze stałych prenumeratorów.* Z wydaniem drugiej części „Roku 93“ byłyby trudności i narazie nie możemy się tem zająć. Sienkiewicz nie chce traktować o przedruk pierwszych swoich prac, utrzymując, iż są to pierwociny talentu. Jużemy z nim w tej sprawie konferowali w r. z. Konopacki jest już złożony, tylko musieliśmy go odłożyć ze względu na kilka prac pilniejszych — ukaże się w drugim kwartale. Słowacki w lecie. O „Norze“ pomyślimy. Dziękujemy za uznanie i prosimy nadal o życzliwe rady.

*P. A. Ch.* Trzymamy się pisowni Akad. Umiej. (Francya, a nie Francja i t. d.), dlatego, że jest najbardziej upowszechniona i dlatego, że jeśli w jakiej kwestyi, to w takiej, Akademia ma prawo głosu—na czas pewien, t. j. dopóki rozwój języka nie stworzy nowych potrzeb. Sz. P. wybaczy, ale zdaje nam się, że wyrazy: „nauka“ i „pisownia“ tylko bardzo ogłędnie mogą być łączone ze sobą. Przeżyliśmy już wiele pisowni „jedynie naukowych“, których dziś nietylko nikt nie używa, ale których się nawet zalecający je uczeni wyrzekli. Tenże sam prof. Kryński, za którym nam Sz. P. dziś iść radzi i którego zresztą „Gramatykę“ sami polecamy czytelnikom, przed trzydziestu laty za jedynie naukową uważał pisownię Francyja, Julijan, linija i t. p. i my go słuchaliśmy. Tak samo jak pisaliśmy gwałtem dwu, zamiast dwóch, chociaż w języku dawno zatarta się liczba podwójna, i trzeba było gwałcić nasz dzisiejszy słuch językowy, żeby mówić „dwu ludzi“, a nie „dwóch ludzi.“ Naszem zdaniem, w tych kwestyach względy słuchowe i uylitarne przeważają zawsze i nad tradycją, i nad tak zwaną najświeższą nauką. Nietylko formy zmieniają się w życiu języka, ale nawet wyrazy nowe ucierają się, a stare giną i na to żadna „nauka“ nie pomoże. Taki znawca języka i świetny stylista, jak Jan Śniadecki, uważał wyraz „postęp“ za niewłaściwy i przeciwny duchowi języka, tymczasem wyraz utarł się doskonale, podobnie jak za naszej pamięci powstały wyraz „obsada“ (ról), podobnie, jak świeżo przez Sygietyńskiego wprowadzony wyraz „zespół“ zam. *ensemble* i t. p. Co do „błędnego“, zdaniem pańskim, odróżniania rodzajów w przymiotnikach i zaimkach w przypadku 6 i 7 licz. poj., oraz 6 licz. mn., to sądzimy, że w chwili obecnej język nasz znajduje się na drodze do częściowego zatarcia tych

różnic, ale kto wie, czy w całości wypadnie ono tak, jak chce dzisiejsza nauka. Widzimy mianowicie skłonność do mówienia w liczb. mn. zarówno „dobremi dziećmi,” jak i „dobremi ludźmi,” ale nie zdaje nam się, żeby w liczb. p. utarło się „dobrym dzieckiem,” „niczym” zamiast „niczem” i t. p. Zarówno bowiem dla łatwiejszego nieraz zrozumienia treści, jak i dla nienuzużenia ucha nadmiarem *y*, korzystniej jest odróżniać rodzaje. Tak samo co do 2 i 4 przyp. 1. m. w rzeczownikach: „stolarzów” czy „stolarzy,” „egzemplarzy” czy „egzemplarzów?” Piszący te słowa jest w tym względzie tak mało naukowym, że poprostu rądzi się tylko własnego ucha i, *mając na względzie formę ściśle gramatyczną*: „uczniów,” „królów,” „krzyżów” pisze jednak „egzemplarzy,” „pisarzy,” a nawet jeździ tramwajem „do Trzech Krzyży” i uważa, że na tej różnicy nie całkiem „naukowej” dźwięczność mowy nie tylko nie traci, ale nawet zyskuje. Krótko mówiąc, sądzymy, że w języku żywym, a nie martwym, skończonym, jak łacina np., należy być więcej echem współczesnego ducha językowego, niż gramatyki, i mniej despotycznym w przepisach. To też po za pewną normą ogólną, gdy nam znany pisarz daje rękopis, w którym stale pisze „egzemplarzów,” zamiast utartych „egzemplarzy,” pozostawiamy mu swobodę; nie wiemy bowiem, która forma weźmie ostatecznie górę w mowie, jeżeli wogóle jedna wyruguje stanowczo drugą. A jeśli Sz. P. w sprawie pisowni odsyła nas do Bodouin’a de Courtenay, to my ze swej strony powołamy się na własne słowa tegoż profesora, wypowiedziane do nas w czasie najzaciętszej walki o spółgłoskę *j*: „Pisownia nie jest nauką, lecz opiera się na zwyczaju i umowie. Gramatyk powinien być więcej naturalistą obserwującym, niż moralistą nakazującym.” W owym czasie bardzo nas to zdanie zdziwiło — dziś uważamy, że miał słusność. Ale może Sz. Prof. tymczasem zmienił zdanie?... — W tej chwili poprzestaniemy na „Zmartwychwstaniu” Tołstoja, które bodaj czy nie przewyższa kilku poprzednich. „Sonata Kreuzera” nie wydaje nam się odpowiednią; co do innych, pomyślimy. — O Przybyszewskim pamiętamy i czyhamy na niego, licząc, że prędzej, czy później sprawi nam miłą niespodziankę jakimś dziełem dojrzałym. Nie mając żadnych przesądów literackich, a ceniąc tak świetny talent: świetny w wyobraźni i w formie, myśleliśmy

przez chwilę o postaraniu się o jego pracę. Ale przeczytawszy „Nad morzem,” który to utwór nie wystarczyłby zresztą na nasz tomik, daliśmy tymczasem za wygraną, z wielkim żalem, co prawda; jest to bowiem bardzo piękna pieśń miłości w rodzaju „Pieśni nad pieśniami,” z tą wszakże różnicą, że jeśli autora biblijnego można rozumieć dwojako, bądź to erotycznie, bądź kościelnie, to naszego autora wcale nie można zrozumieć ani religijnie, ani erotycznie, ani filozoficznie, ani symbolicznie. Pierwsze dwie części jeszcze dałyby się podszyc pod symbol, ale trzecia czemprowadź zamazuje te domysły, żeby przypadkiem czytelnik nie znalazł sensu w poemacie, co by oczywiście było ubliżeniem dla nowej szkoły. Ostatecznie wyszliśmy z tej kąpieli słoneczno-dyamentowej, w której „zielonawa roztecz topazów tańczy z hyacyntami rozpasane fanfary światła” (str. 16), tak zmyci, z duszą tak zakrzyczaną bezgłośnemi sonatami błyskawic i z mózgiem tak rozczesanym od morza do morza, logicznemi skrzydłami symbolizmu, że nie mieliśmy odwagi narażać naszych czytelników na wsłuchiwanie się w dźwięki „harfy, krwawiącej fioletową roztecz łkających ametystów.”

*P. E. W. w Kazaniu.* Powieść Anatola France p. t. „L'anneau d'amethyste,” podobnie, jak równie pięknie pisana powieść E. de Vauguë: „Les morts qui parlent,” dotyczą i treścią i sposobem obrobienia specyficznje francuskich stosunków, w których dotychczas siedzieliśmy po uszy, bez żadnego pożytku dla naszego społeczeństwa. Tem mniej uważamy za odpowiednie roztaczanie przed czytelnikami intryg, dotyczących nominacyi biskupów we Francyi i wznawianie sprawy Dreyfusa, która już dostatecznie naszarpała nerwami ludzkimi. Z łaskawej przeto propozycyi korzystać nie będziemy.

*P. L. P. z Ukrainy.* Za poparcie naszej odpowiedzi jednemu z pren. ukraińskich dziękujemy. W kwestyi „Tyary i korony” odpowiemy w nast. N-rze. Żądania pańskiego dokładnie nie rozumiemy. Wszystkie nasze tomy są w prenumeracie tańsze, niż w cenie księgarskiej, żadnych zaś dzieł nie kupujemy gotowych; tylko je sami drukujemy.

---



## Wykład VII.

Garbarstwo.—Skóra.—Usuwanie włosów i wyprawianie.—Garbniki.—Kory.—Kwebracho.—Sumak.—Wyciągi garbnikowe.—Skóra podeszwowa.—Białoskórnictwo.—Skóra rękawiczkowa.—Kuśnierstwo.—Wyprawianie z pomocą żelaza lub chromu.—Zamszownictwo.—Pergamin.—Bielenie płótna na łąkach.—Farbkowanie.—Blicharstwo.—Chlorek wapnia.—Antychlor.—*Eau de Javelle*.—Kwas siarkawy.—Woda utleniona.—Farbierstwo.—Bejce.—Lakki farbiarskie.—Barwniki smołowe.—Indygo.—Alizaryna.—Pasty farbiarskie.—Wyciągi z drzew farbiarskich.—Kampesz.—Drukowanie perkali.

Zanim przejdziemy do farbierstwa, musimy wpierym objaśnić proces wyprawiania skór. Skóry posiadają szerokie zastosowanie w życiu codziennem i niczem innem zastąpić się nie dadzą. Przedewszystkiem zaś wyrabiamy z nich nasze obuwie; z tego więc względu wypada nam skórę zaliczyć również do materyałów, które, podobnie jak przedza, służą ludziom na odzież.

Garbarstwem nazywamy wszystkie czynności, jakie towarzyszą procesowi przerabiania surowej skóry zwierzęcej na wyprawną, t. j. trwałą, miękką i do użytku dogodną.

Skóra, świeżo zdjęta, ma w wysokim stopniu skłonność do gnicia, traci jednak tę własność zupełnie po wyschnięciu. W tym jednak stanie jest ona twardą, łamliwą wskutek zlepiania się włókien.

Otóż garbowanie, czyli wyprawianie skóry, ma na celu osadzenie pomiędzy włóknami garbnika, który zapobiega zlepianiu się i daje nam ostatecznie produkt, zwany skórą wyprawną. Skóra, tak przyrządzona, nabiera z powrotem tej samej giętkości i miękkości, jaką posiadała przedtem na zwierzęciu.

Surowe skóry, przeznaczone do wyprawienia, muszą być najpierw pozbawione włosa.

Najdawniejszą metodą, jaka w tym celu i dziś jeszcze, choć z pewnemi zmianami, znajduje zastosowanie, jest t. zw. wypacanie. Sposób polega na tem, że mokre skóry pozostawiają na pewien czas samym sobie, przez co objawia się w nich początek gnicia i włosy dają się z łatwością oddzielić. Gdy chwila ta nastąpi, dalsze pocenie się skór przerywają.

Włosy usuwają się także i sposobem chemicznym. Używa się do tego niegaszonego wapna, które rozrabiają z wodą, i w powstające tą drogą t. zw. mleko wapienne, pogrążają skóry. Jeszcze skuteczniej działa związek wapnia i siarki, czyli t. zw. siarek wapnia lub, pokrewny mu bardzo, siarek sodu. Ten ostatni produkt fabrykowany dziś jest na wielką skalę umyślnie na potrzeby garbarstwa.

Gdy skóry pozbawione są włosa, moczą je w t. zw. bejcy, w której pęcznieją, stają się gąbczaste i łatwiej przyjmują garbnik. Za bejcę służy rozcieńczony kwas, zazwyczaj siarczany, w którym skóry nabierają powoli podwójnej grubości. Oddawna wszakże stosowaną bywa w tym samym celu inna jeszcze metoda, stworzona drogą empiryczną. Kwaśną kąpiel do bejcowania skór przyrządzają przez fermentację otrąb pszennych, przekonano się bowiem, że płyn, otrzymany tą drogą, daje lepsze wyniki, niż wszystkie inne kwasy, jakich używać próbowano.

Dla przyrządzenia takiej kąpieli otręby pszenne

oblewają wodą, dodają starego ciasta i pozostawiają przy 50°. Obok tworzącego się drogą fermentacji kwasu mlecznego powstają jeszcze inne kwasy, jak np. masłowy i t. p.

Namoczone w płynie takim skóry szybko pęcznieją i obficie pochłaniają garbnik z odpowiednich materiałów.

Garbniki są to ciała, które surową skórę zwierzęcą zamieniają w wyprawną.

Znajdujemy je w bardzo wielu roślinach. Mówimy np. często o zawartości garbnika w herbacie lub kawie. Naturalnie, że o tych garbnikach nie może być tu mowy, byłyby bowiem za drogie.

Głównym materiałem garbnikowym od najdawniejszych czasów były kory drzewne, z których największą ilość garbnika zawiera kora dębowa.

Ilość kory dębowej na drzewie bywa najobfitsza pomiędzy piętnastym a trzydziestym rokiem życia drzewa.

W południowych Niemczech i we Francji prowadzą w tym celu racjonalne drzewostany dębowe, z celem pielęgnowania wyborowego materiału garbarskiego.

W określonym z góry porządku wycinają drzewa i obdzierają je z kory.

Żeby gruntu zbyt nie zubożać, to znaczy, nie odbierać mu zbyt wiele soli nieorganicznych, drzewo, po obdarciu z kory pozostałe, spalają tuż na miejscu zrąbania, żeby popiołami jego użyźnić napowrót ziemię. Dziś, oczywiście, osiągnąć można ten sam skutek sztucznymi nawozami.

Oprócz dębowej, używają również w garbarstwie kory jodłowej, świerkowej, orzechowej i innych, najczęściej wszelako w mieszaninie z korą dębową.

Żeby módz wyprawić taką ilość skóry, która by odpowiadała dzisiejszym zapotrzebowaniom, fabrykanci używają wielu obcokrajowych drzew i krze-

wów, które zawierają garbnik nietylko w korze, lecz i w innych częściach rośliny.

Z drzew znajduje największe zastosowanie kwebracho, które przed kilku laty narobiło w Niemczech wiele wrzawy z powodu, że hodowcy kory dębowej, w celu ochrony swoich interesów, wystąpili do parlamentu z projektem obłożenia drzewa kwebracho wysokiem cłem wwozowem. Rozprawy nad tym wnioskiem wywołały niezwykle ożywioną wymianę zdań.

Kwebracho posiada ogromną twardość i barwę ciemno-czerwoną. Najwięcej wywożą go z Argentyny, z kąd przychodzi w postaci trocin, a jego chemiczne zastosowanie jest takie samo, jak kory dębowej.

Równie wiele używanym bywa sumak. Jest to proszek, otrzymany przez zmielenie wysuszonych młodych pędów różnych odmian sumaka, pospolitego w południowych krajach Europy.

Innych materiałów garbarskich wyliczać nie będziemy.

Właściwe wyprawianie uskutecznia się w wielkich kadziach drewnianych, wkopanych w ziemię. Napęczniałe skóry przesypują korą dębową lub innym materiałem garbnikowym, a gdy się już kadź napelni, zalewają wodą. Substancje garbnikowe powoli rozpuszczają się w wodzie i przenikają do skóry.

Grube skóry, jak np. podeszwowa, wymagają bardzo wiele garbnika do zupełnego nasycenia, muszą więc kilkakrotnie być przesypane nową ilością kory, tak, że zupełne wyprawienie ich wymaga dwóch lat czasu, a niekiedy i więcej. Proces to bardzo mozolny, ale zato otrzymany produkt jest trwały i mocny.

Istnieją też sposoby przyspieszenia tej metody. Korę dębową wytrawiają wodą i otrzymanym z niej wyciągiem zalewają skóry. Wyprawienie skóry da-

je się tym sposobem uskutecznić w ciągu trzech miesięcy.

Potrąciliśmy tu o wyciągi garbarskie. Już od dawna znajdują się w handlu takie wyciągi, przywożone z Indyi Wschodnich, gdzie drzewo lub liście, obfitujące w garbnik, wygotowują w wodzie i dla zmniejszenia kosztów transportu otrzymany roztwór wyparowują do możliwej gęstości. Najważniejszymi z nich są gambir i katechu.

W celu zaoszczędzenia kosztów przewozowych, od kilkunastu lat i w Europie wyrabiają podobne wyciągi. Tak np. wyciąg z kory dębowej przyrządzają na Węgrzech i w Kroacji, które to kraje obfitują w lasy dębowe. Sprowadzone z Argentyny drzewo kwebracho ulega przeróbce w miastach portowych i t. d.

I tu fabrykacya prowadzoną jest w ten sposób, że materiał surowy po zmieleniu wyługowują wodą i wodny roztwór zagęszczają. Zagęszczanie odbywa się jednakże nie w otwartych kotłach, lecz w aparatach z silnie rozrzedzonym powietrzem, podobnie, jak wyparowują sok w cukrowniach (patrz str. 89. I.). Tylko w tych bowiem warunkach wyciąg nie traci nic ze swych własności, czego niepodobna uniknąć, gdy wyparowywanie prowadzone jest wprost na ogniu.

Z pomocą takich wyciągów proces wyprawiania skóry staje się o wiele łatwiejszym, niż przy starej metodzie, ponieważ robotę można znacznie przyspieszyć.

W roku 1892 opatentowaną została pewna metoda, podług której najgrubszą skórę podeszwową można wyprawić już w przeciągu 36 godzin. Według podanego przepisu, napęczniałą skórę zanurza się w pewną mieszaninę garbnikową, która ma być ośm razy silniejsza od zwykle używanej. Oczywiście rzecz, że przygotowanie takiej mieszaniny możliwe jest tylko z wyciągów garbnikowych.

Gdy więc dawniej potrzeba było dwóch lat czasu do zamienienia surowej skóry na wyprawną, dziś można osiągnąć ten sam cel w dwa dni niespełna. Doświadczenie przekonało, że ta nowo opatentowana metoda daje się istotnie wykonać w praktyce i, wyprawiona podług niej skóra podeszwowa jest już w powszechnem użyciu. Należy jednak dodać, że metoda ta nadaje się jedynie tylko do skór podeszwowych.

Oprócz opisanego wyżej sposobu wyprawiania skór, istnieją jeszcze dwa rodzaje garbarstwa, a mianowicie: białoskórnicstwo czyli wyprawianie za pomocą alunu, oraz zamszownictwo.

Alun w pojęciu chemicznem jest to podwójny związek siarczanu potasu z siarczanem glinki.

Gdy napęczniała skóra surowa namoczona będzie w wodnym roztworze alunu z dodatkiem soli kuchennej, to otrzymamy ten sam rezultat, co i przy użyciu garbnika. Glinka przenika do skóry, osadza się pomiędzy pojedynczemi włóknami i zapobiega w ten sposób jej ztwardnieniu. Jeśli otrzymany produkt natarty zostanie jeszcze mocno tłuszczem, ten ostatni również przenika do skóry i w ten sposób powstaje t. zw. ircha, to jest najmiększa i najelastyczniejsza skóra ze wszystkich gatunków. Jeżeli nacierano ostrożnie, tak, aby nie było plam i t. p., to przy użyciu młodych kozich lub owczych skórek powstaje materiał odpowiedni na rękawiczki glansowane.

Dla otrzymania takiego produktu napęczniałe skóry moczą w roztworze alunu, do którego dodają żółtek z jaj i nieco mąki. Żółtko składa się głównie z białka i tłuszczu, który znajduje się tu w formie nadzwyczaj subtelnie rozdrobionej.

Taki właśnie tłuszcz najłatwiej przenika do skóry i nadaje jej giętkość, jakiej od dobrych rękawiczek wymagamy.

Skóra wygarbowana alunem nie jest tak trwa-

ła i mocna, jak wyprawiona garbnikiem, to też znajduje zastosowanie tam jedynie, gdzie taka wytrzymałość nie jest konieczna. Ujemną stroną tej metody możemy ocenić po zachowaniu się skóry względem wody. Tak np., jak to się o tem na naszem obuwiu przekonać możemy, podeszwa jest dla wody nieprzemakalną, tymczasem skóra, wyprawiona alunem, oddając na rzecz wody cały swój materiał garbujący, z łatwością rozmięka. Dlatego zmoczone wodą rękawiczki po wyschnięciu twardnieją, a skóra nabiera napowrót pozoru niewyprawnej.

Skóry, przeznaczone na futra, są również wyprawiane alunem.

Różne są sposoby, jakimi się w kuśnierstwie posługują, wszystkie jednak polegają na wyprawianiu alunem i tłuszczem. Proces postępowania jest tu mniej więcej następujący: skórki po wymyciu mydłem suszą i od strony zewnętrznej nacierają tłuszczem.

Przez ugniatanie za pomocą walców osiąga się dokładne nasycenie skóry tłuszczem, poczem nakładają na nią warstwę kwaśnej bejcy otrębowej i pozostawiają przez 24 godziny, wskutek czego nieco pęcznieje. Po usunięciu otrąb wyprawiają skórę roztworem alunu i soli kuchennej.

Glinka jest podstawową częścią alunu, posiadającą znaczenie przy wyprawianiu skór.

Ponieważ, jak widzieliśmy, glinka jest zasadą, więc zaczęto wśród innych zasad poszukiwać ciała, któreby również dawało się stosować w garbarstwie.

Świadomi rzeczy stwierdzili, że jedynie tylko *tlenek żelaza* i *tlenek chromu* mogą być w tym celu spożytkowane.

Po r. 1870 wybudowano w Europie kilka wielkich fabryk, przystosowanych do takiej właśnie produkcji, ale otrzymany materiał zawiódł oczekiwania i fabryki europejskie wkrótce upadły. Mimo to,

w Ameryce produkują i dziś skórę chromową, jak się o tem dowiadujemy z pewnej sprawy sądowej, która się tam toczyła w grudniu 1895 roku o prawo własności wynalazku.

Pozostaje nam jeszcze powiedzieć nieco o *zamszownictwie* czyli wyprawianiu skóry olejem.

Skóry, pozbawione włosa i napęczniałe, nacierają mocno tranem, poczem w stempach silnie ubijają. Nacieranie to powtarza się dopóty, dopóki skóra jest w stanie nasiąkać olejem. Pochłanianie oleju odbywa się w tym razie nietylko mechaniczną drogą. Następuje tu także i pewna chemiczna przemiana, która się przejawia właściwym zapachem, jakiego skóra pod koniec procesu nabiera. Gdy zapach ten zacznie się rozwijać, skóry układają w stos i pozostawiają na pewien czas w spokoju.

Zachodzącej przemianie chemicznej towarzyszy podniesienie się ciepłoty, która przebieg procesu przyspiesza. Wskutek zagrzania, tran jeszcze lepiej przenika skórę, farbuje ją na żółto i zapobiega zlepianiu się włókien. Połączenie włókien z tłuszczem jest tak ścisłe, że nawet gorąca woda na skórę nie oddziaływa i produkt taki daje się prać wybornie.

Dla usunięcia nadmiaru przylegającego, a niezwiązanego chemicznie tłuszczu, skórę wymywają w ługu potażowym, z którym tłuszcz tworzy zawiesinę i daje się wyplókać wodą.

Tłuszcz, ściekający z płynem, można jeszcze raz spożytkować. W tym celu potaż zobojętniają kwasem, przyczem tłuszcz wydziela się z zawiesiny i pływa na powierzchni płynu. Droga doświadczenia stwierdzono, że właśnie taki tłuszcz, który już raz był w użyciu, najlepiej nadaje się do wykończenia skóry, wyprawianej garbnikiem.

Wspomnimy tu jeszcze, że w podobny sposób, jak skórę zamszową, wyprawiają także i futra.

Skoro mowa o skórze, nie możemy pominąć



pergaminu, choć ten się do materiałów używanych na odzież nie zalicza.

Pergamin nie jest właściwie skórą wyprawioną, za jaką bywa uważany. Przygotowują go w taki sposób, że młode skórki moczą w wapnie w celu usunięcia włosa, a następnie nie wyprawiają, jak zwykle, lecz, po starannem oczyszczeniu, rozpinają w ramach i suszą. Dla nadania produktowi gładkiej powierzchni, posypują go kredą i szlifują pomieksem.

Do pisania pergamin taki się nie nadaje, jest bowiem za gładki, używają go na oprawy do książek, bębny i t. p. Dla otrzymania tabliczek do pisania pociągają go rzadką farbą olejną, a następnie szlifują.

---

A teraz powróćmy znów do przędzy, ażeby zapoznać się z bieleniem i farbowaniem tkanin. W związku z farbowaniem będzie sposobność pomóc i o malarstwie.

Natura, jak to już zaznaczyliśmy wyżej, daje nam zwykle włókna białe lub prawie białe; przędza lniana lub bawełniana, a nawet i wełna, nie mają żadnej prawie barwy.

Biała odzież łatwo ulega zbrudzeniu i wskutek tego szybko staje się nieprzyjemną dla oka. Przez ufarbowanie możemy jej nadać pozór daleko piękniejszy i wytworniejszy; wiemy przecie, że płaszcz purpurowy niegdyś był strojem najdosłojniejszych. Ściśle rzeczy biorąc, natura dostarcza nam niewiele włókien zupełnie białych, surowe przędziwo posiada zawsze prawie odcień żółtawy, który znika dopiero po wybieleniu na słońcu. Farby „blakną” na słońcu—mówimy zazwyczaj, bo światło słoneczne posiada własność wyciągania, a właściwie, niszczenia barw. Ludzie więc oddawna posługują się tą wła-

snością słońca przy bieleniu płótna, ażeby mu odebrać żółtawy odcień.

Przejście od żółtego do białego koloru można zaostriżyć jeszcze przez farbkowanie, jak to ma miejsce np. przy praniu bielizny.

Żółty i niebieski kolor są barwami dopełniającymi, to też, gdy są zestawione razem, kasują się wzajemnie.

Gdy z biegiem lat tkactwo stało się przedmiotem wielkiego przemysłu i zaczęło coraz bardziej wymykać się z rąk kobiet, do wybielenia wielkich mas płótna potrzeba było olbrzymich przestrzeni. Warunek ten dla fabrykantów był bardzo niedogodny i kosztowny, a przy wzrastającej wciąż wytwórczości, która w pewnych okolicach doszła do niebywałych rozmiarów, niekiedy wprost niemożliwy. Zadaniem chemii było przyjść z pomocą i wynaleźć sposoby sztucznego bielenia.

Od tej pory wszystkie lniane i bawełniane tkaniny są bielone w obrębie fabryki, a najważniejszym materiałem blicharskim jest chlorek wapna.

Substancją, działającą w chlorku wapna, jest chlor, który, w stanie swobodnym, ma postać żółtego gazu.

Gaz ten posiada w wysokim stopniu skłonność do łączenia się z innymi ciałami; dziś wiemy, że chlor jest oddzielnym pierwiastkiem, w początkach wszakże, gdy go w ostatniej ćwierci osiemnastego wieku odkryto, nie uznawano go za taki.

Ponieważ przekonano się, że chlor działa o wiele silniej niż tlen, który w owe czasy uważany był za najenergiczniejszy, więc niektórzy widzieli w nim tylko nową odmianę tlenu. Francuscy chemicy zwłaszcza mówili wtedy wiele o „*nouvel oxygène*.”

Chlor, działając nadzwyczaj energicznie na różne ciała, niszczy zarazem i barwy. Ponieważ w technice fabrycznej niedogodnie jest pracować z gazami, więc do bielenia tkanin, zamiast chloru gazowego,

używają związku, jaki powstaje przy przepuszczaniu chloru przez wapno. Związek ten, otrzymany po raz pierwszy w 1799 roku przez Tennant'a w Glasgowie, nosi nazwę *chlorku wapna*, pospolicie zaś nazywany bywa chlorkiem. 1000 kilogramów tego materiału kosztowało początkowo 2,800 marek, w 1825 roku cena spadła już do 540 marek, a w roku 1870 do 170 marek. Wartość ta obniżyła się nawet później do 100 marek, podniosła się wszakże i dziś wynosi znów około 180 marek.

Blichujące działanie chlorku, a jakby właściwiej powiedzieć należało, jego energia chemiczna, szybko odbiera płótnu odcień żółtawy. Lniana, czy bawełniana tkanina staje się równie biała, jak gdyby była bielona na murawie. Ale siła chlorku nie ogranicza się jedynie tylko do obezbarwienia tkaniny.

Po zniszczeniu barwy przychodzi kolej na włókno, które także zostaje naruszone, dlatego to nasze gospodynie jeszcze po dziś dzień niechętnie odnoszą się do chlorku i nie stosują go w domowym użytku.

Ale w fabrykach co innego. Gdy materiał nabierze pożądaney białości, nadmiar chloru usuwają natychmiast t. zw. *antychlorem* i włókno nic a nic na tem nie cierpi. Gdyby gospodynie używały antychloru i potrafiły się z nim obchodzić, toby nie miały żadnej racyi unikać tej ze wszech miar łatwej metody bielenia.

Antychlorem mogą być rozmaite ciała. Zazwyczaj używają podsiarkanu sodu, który sam na płótno nie oddziaływa wcale, w zetknięciu zaś z chlorkiem wapna przechodzi w inne, również nieszkodliwe związki; chlorek wapna znów ze swej strony zamienia się również w niewinny zupełnie *chlerek wapnia*.

Ale jakże często bielizna, odebrana z pralni, pachnie chlorem! Nieumiejętnie uprana bielizna szybko się niszczy, ponieważ włókna nadgryzione są prze-

chlor. Przez właściwe użycie antychloru możnaby było szkodzię zapobiedz.

Oprócz chlorku w handlu znajduje się inny jeszcze artykuł blicharski, a mianowicie t. zw. *Eau de Javelle*. W pojęciu chemicznem działa ona tak samo, jak i chlorek wapna, różni się bowiem od tego ostatniego tem tylko, że zamiast wapna, zawiera sól. W życiu codziennem używają jej często do wywabiania plam, ale na oczyszczone miejsce trzeba działać również antychlorem, czyli rozpuszczonym w wodzie podsiarkanem sodu, inaczej bowiem włókno się narusza i, zamiast plam, wkrótce pokażą się dziury.

Wełna jednak nie daje się blichować za pomocą chlorku, który nie bieli jej dokładnie, lecz nadaje żółtawy kolor. Do odbarwienia weły używają *kwasy siarkawego*, który się bezporównania lepiej nadaje do bielenia zwierzęcych włókien, niż chlorek, choć nie jest bynajmniej tak energiczny. Kwas siarkawy jest to ten sam silnie pachnący gaz, który odczuwamy przy spalaniu siarki. Ponieważ gaz ten łatwo rozpuszcza się w wodzie, bielenie odbywa się zazwyczaj w ten sposób, że materyał, przeznaczony do blichowania, zwilżają wodą, rozwieszają w odpowiednich komorach zamkniętych i zapalają siarkę. Gaz kwasu siarkawego styka się z materyałem i wywiera nań swoje odbarwiające działanie. Używanie środków zaradczych w celu usunięcia nadmiaru kwasu jest tu zbyt cenne, gdyż tylko mała ilość kwasu siarkawego oddziałuje na tkaninę.

Na zakończenie wypada nam wspomnieć jeszcze o jednym środku blicharskim, który, pomimo niewątpliwych zalet, nie zdołał wyrugować dotąd z użycia materyałów dopiero co wymienionych. Środkiem tym jest nadtlennik wodoru, czyli tak zw. *woda utleniona*.

Słyszemy o tem nieraz, że woda jest połączeniem wodoru z tlenem i może być nazwana tlenkiem

wodoru, przyczem odpowiada jej wzór  $H_2O$  (patrz str. 80). Otóż za pomocą pewnych metod można do związku tego wprowadzić jeszcze jeden atom tlenu, przez co otrzymamy nadtlenek wodoru lub wodę utlenioną z wzorem  $H_2O_2$ .

Za pomocą tego środka dają się otrzymać wyniki, których nie można byłoby osiągnąć chlorkiem, ani kwasem siarkawym. Biela więc nim włosy, pióra, kość słoniową i t. p. ciała, do których poprzednie środki się nie nadają.

Przed kilku laty udało się wynaleźć sposób taniego otrzymywania wody utlenionej, bardzo więc być może, że artykuł ten znajdzie wkrótce szersze zastosowanie.

---

Teraz mówić będziemy o farbowaniu tkanin.

Czynność ta dzieli się na dwie zasadnicze metody: pierwsza polega na równomiernem farbowaniu całej sztuki jednym kolorem, druga zaś pozwala na równoczesne nakładanie wielu barw za pomocą druku.

Farbowanie całych sztuk byłoby najprostszem wtedy, gdyby barwnik rozrobić z wodą klejową i następnie pociągać tą mieszaniną materyał. Taka jednak farba byłaby bardzo nietrwałą i tkanina w żadnym razie jużby praną być nie mogła.

Sposób ten, który prędeż malowaniem niż farbowaniem nazwaćby należało, bywa niekiedy stosowany przy drukowaniu perkali, z tą wszakże zmianą, że zamiast z klejem, farbę rozrabiają z białkiem.

Taką mieszaniną pociągają materyał, który następnie gotują. Wskutek gorąca białko się ścina i farba dosyć mocno przylega do materyału, przy silnem jednak pocieraniu odskakuje, więc i ta metoda niewielką posiada wartość.

Materyał daje się dobrze ufarbować wtedy tylko, gdy barwniki oddziałują na włókno w stanie rozpuszczonym. Ponieważ włókna zwierzęce, jak np. wełna lub jedwab, inaczej się zachowują względem barwników, niż włókna roślinne, więc i sposoby farbowania bardzo się różnią między sobą.

Jeżeli jakikolwiek barwnik, np. fuksynę, rozpuścimy w wodzie i w roztwór ten zanurzymy wełnę lub jedwab, to barwnik z płynu przenosi się do włókien i nadaje im piękną, czerwoną barwę. Włókno zwierzęce zatem gra tu taką samą rolę, jak i węgiel zwierzęcy (patrz str. 53 I.). Wiemy już, że węgiel odbiera barwnik zafarbowanym płynom, włókna zwierzęce pochłaniają go również z roztworów i zatrzymując silnie, barwią się same. Gdy jednak do tego samego roztworu fuksyny wrzucimy bawełnę, przekonamy się zaraz, że włókno roślinne własności tych nie posiada.

Wełna lub jedwab, po ufarbowaniu wyprane w wodzie, pozostają i nadal zabarwione, natomiast bawełna po wymyciu obezbarwia się zupełnie.

Nie wszystkimi jednak barwnikami farbować można tak łatwo wełnę lub jedwab. Często i tu się trzeba uciekać do tych sposobów, którymi aż do 1844 roku trzeba się było posługiwać przy farbowaniu bawełny.

Do utrwalenia barw używa się tak zw. bejc, o których zaraz pomówimy.

Gdy do roztworu żółtego cyanku potasu dolejemy roztworu żelaza, otrzymamy natychmiast piękny szafirowy osad, posiadający nazwę błękitu pruskiego.

Jeżeli zechcemy użyć tego barwnika do farbowania tkaniny, to najodpowiedniej będzie, gdy ją zanurzymy najpierw w roztwór żelaza, a następnie, gdy tkanina nasyci się dostatecznie, wrzucimy ją do roztworu żółtego cyanku potasu. Szafirowy osad utworzy się wtedy wewnątrz tkaniny i osiadzie pomiędzy

włóknami. Ponieważ osad ten jest w wodzie zupełnie nierozpuszczalny, więc nie da się wcale wypłókać, a po wyschnięciu nie spełźnie,—jednym słowem, materiał będzie dobrze ufarbowany.

Na takich samych zasadach opiera się też bejcowanie, czyli utrwalanie farb. Tkaninę zanurza się najpierw w bejcy, która zazwyczaj bywa bezbarwna lub nieco żółtawa. Bejca pozostawia we włóknach pewną substancję, która następnie, łącząc się z właściwym barwnikiem, tworzy trwałe, barwne, a zarazem i nierozpuszczalne połączenie.

Taką bejcą jest np. glinka, ciało samo przez się zupełnie bezbarwne. W farbierstwie ma ona szerokie zastosowanie.

Tłómacząc proces wyprawiania skór (patrz str. 12. II), mówiliśmy już, że glinka posiada własność łączenia się z włóknem zwierzęcem. Otóż taką samą dążność ma ona i względem włókien roślinnych, gdy tylko będzie użyta we właściwej formie.

Ałun, który, jak to już wiemy (patrz str. 12. II), jest podwójną solą siarczanu potasu i siarczanu glinki, oddawna odgrywa ważną rolę w farbierstwie ze względu, że jest materiałem łatwo rozpuszczalnym i bardzo dostępnym. Już od najdawniejszych czasów w różnych stronach Europy umiano dobywać go z rozmaitych gatunków ziemi. Ukryty w ałunie siarczany potasu dla celów farbierskich niema żadnego znaczenia i jest tylko balastem niepotrzebnym, to też chemia potrafiła już dawno zastąpić go innymi solami glinki. Gdy więc w roztwór soli glinkowej zanurzymy np. bawełnę, a następnie wrzucimy ją do roztworu fuksyny, to materiał nabierze pięknej czerwonej barwy. W danym razie fuksyna wewnątrz włókien utworzy nierozpuszczalny związek z glinką, zupełnie tak samo, jak to widzieliśmy przy farbowaniu błękitem pruskim i nie da się wypłókać wodą.

Związki, powstające pomiędzy bejcą a barwni

kiem, nazywają się lakkami farbierskimi. Lakki takie oczywiście możemy przygotować i bez udziału włókna. Gdy np. w próbowce do odpowiedniego roztworu glinki dodamy roztworu fuksyny, to otrzymamy czerwony osad. Gdy osad ten, czyli lakkę, wysuszymy dokładnie i rozetrzemy z pokostem (patrz niżej str. 31), to otrzymamy farbę malarską, zdatną do pokrywania większych powierzchni.

Glinka jest ciałem zasadowym, a wiele innych daje się również z korzyścią spożytkować do celów farbierskich. Wprawdzie przy wyprawianiu skór jedynie tylko glinka ma praktyczne zastosowanie, ale w farbierstwie rzecz przedstawia się inaczej, gdyż zarówno tlenek żelaza i tlenek chromu, jak i cały szereg innych związków, nadaje się do utrwalenia farb w włóknach.

Tak np. pod nazwą *solii cynowej* znajduje ogromne zastosowanie chlorek cyny.

Cyna i dziś jeszcze nie jest materiałem tanim, a niegdyś była nawet metalem kosztownym. Za czasów np. Henryka VIII, w Anglii wartość cyny równała się srebru, a naczynia cynowe stanowiły taką samą ceną zastawę stołową, jak i srebrne. W Holandyi w 1640 r. odkryto przypadkiem, że tkaniny, nasyczone roztworem soli cynowej, po ufarbowaniu w koszenilli dają tak piękny szkarłatny kolor, jakiego dotąd nigdy jeszcze nie widziano.

Gdy się następnie przekonano, że może ona z równą korzyścią oddziaływać na żywość innych barw, sól cynowa zaczęła odgrywać ważną rolę w farbierstwie.

Od lat piętnastu mniej więcej weszły w użycie farby anilinowe, z pomocą których daje się osiągać jeszcze piękniejszy szkarłat, niż z koszenilli, ale sól cynowa nie straciła swego znaczenia, ponieważ nadaje się ona wybornie do utrwalania najrozmaitszych kolorów.

Wymieniliśmy tu najważniejsze tlenki metali,



osiadające w włóknach. Oprócz nich ważną rolę odgrywa tanina, również jako środek utrwalający. Produkt ten znajduje się w ilości do 50 procentów w t. zw. *dębiantkach*, chorobliwych naroślach, powstających na młodych pędach dębu po ukłóciu owadu, zwanego galasówką. Tanina również z wielu barwnikami tworzy lakki farbierskie i z tego powodu daje się wybornie stosować do farbowania tkanin. Z pomocą taniny można nawet tworzyć rozmaite odmiany barw, jeżeli np. materiał, po nasyceniu taniną, zanurzyć w roztwór glinki lub jakąkolwiek inną bejcę. We włóknach powstają podwójne połączenia, które, w zetknięciu z barwnikami, dają nowe kolory.

Rezultaty, które na drodze takich kombinacji można otrzymywać, są wprost zdumiewające.

Farbowanie bawełny bez pomocy substancji utrwalającej, czyli bejcy, aż do 1884 r. było prawie niemożliwe, a i umiejętny wybór odpowiedniej bejcy, choć na pozór teoria wydaje się dość prosta, wymaga wielkiej wprawy.

Szczególniej trudne było otrzymanie na bawełnie pięknego czerwonego koloru, zwanego czerwienią turecką. Ten rodzaj farbowania ma tę szczególną właściwość, że do utrwalenia barwnika używa się oleju. Nabejcowany materiał zanurza się następnie w kąpiel alizarynową. O alizarynie pomówimy nieco dalej. Ten rodzaj farbowania dawno już był znany na Wschodzie, w Europie jednak udoskonalono go do tego stopnia, że materiały europejskie wywalczyły sobie tam oddawna szeroki zbył, a dodać tu trzeba, że Wschód zużywa olbrzymie ilości czerwonych tkanin.

To też niezwykle wrażenie wywołała nowa farba czerwona, zwana „czerwienią Kongo,“ której odkrycie poważnie zagroziło dalszemu rozwojowi przemysłu farbiarskiego. Czerwień Kongo farbuje bowiem bawełnę wprost, bez żadnych uprzednich przygotowań.

Jeżeli więc Hinduska chce mieć czerwoną chustkę, to wystarczy, gdy rozpuści w wodzie nieco czerwieni Kongo i tkaninę bawełnianą w niej zanurzy, a już po krótkiej chwili może wyjąć chustkę zupełnie ufarbowaną.

Wprawdzie nie będzie ten barwnik równie trwały, jak czerwień turecka, ale też zato, gdy materiał spłowieje, można go z łatwością znów podfarbować i przywrócić mu poprzednią żywość barwy.

Otóż czerwień Kongo była pierwszym barwnikiem, za pomocą którego można było farbować bawełnę bez bejcy. Wkrótce potem odkryto cały szereg tego rodzaju farb o niezliczonej ilości odcieni.

W chemii barwników, dobywanych ze smoły kamiennej, oddawna już grały ważną rolę pośrednie produkty fabrykacyi, czyli t. zw. *związki dwuazowe*. Ciała, należące do tej gromady, posiadają niezwykłą skłonność do tworzenia coraz to nowych połączeń. Gorliwie też zajęto się wszędzie ich poznaniem, a gdy praca nad spożytkowaniem tych związków do celów praktycznych była w całej pełni, naraz uczyniono znów ważny krok naprzód.

Otrzymano mianowicie takie ciała, które zawierają aż po dwie *grupy dwuazowe* i wskutek tego posiadają dwa razy większą, niż poprzednie, zdolność tworzenia nowych związków. Wprawdzie niektóre z nich znane już były oddawna naukowemu światu, miały one jednak tylko dotąd teoretyczne znaczenie. Związki te otrzymały nazwę *czteroazowych* albo *tetraazowych* i doprowadziły do odkrycia barwników, farbujących bawełnę bezpośrednio.

Nie możemy tu wdawać się w bliższe szczegóły fabrykacyi barwników smołowych, znanych powszechnie pod nazwą *farb anilinowych*. Jest to bowiem bardzo trudny rozdział chemii i zrozumieli dla tych tylko, co posiadają bardzo gruntowne wiadomości teoretyczne. Nadmienić tu tylko możemy, że „barwniki smołowe“ nie otrzymują się bynajmniej

wprost z owej gęstej, czarnej smoły kamiennej, jakby to ktoś mylnie mógł przypuszczać.

Smoła podlega najpierw destylacji w aparatach, ogólnie przypominających ten, jaki przedstawiliśmy na str. 37. I, gdy była mowa o destylowaniu wina.

Pierwszym uczonym, który zwrócił uwagę na smołę kamienną i poddał ją destylacji w 1834 roku, był chemik niemiecki, Runge. Prace jego posłużyły też za podstawę do dalszego rozwoju przemysłu anilinowego. Jeśli smołę ogrzewamy w kolbie destylacyjnej w taki sam sposób, jak to robiliśmy z winem, to do odbieralnika najpierw przechodzi przez czas jakiś ciecz oleista, klarowna, jak woda.

Produkt ten stanowi właśnie podstawę do otrzymania barwników anilinowych.

Przy prowadzonej w dalszym ciągu destylacji przechodzą produkty, które przy ochładzaniu plynu częściowo się zestalają. Z nich otrzymujemy kwas karbolowy, odkryty również przez Rungego, naftalinę, i szereg innych ciał, z których wymienimy tu antracynę, ponieważ do niej wypadnie nam jeszcze powrócić.

W kolbie destylacyjnej pozostaje wreszcie po długim odpędzaniu masa, podobna do koksu, której używają za materiał opałowy.

Z barwników roślinnych wymienić tu musimy przede wszystkim *indygo* oraz *krapp*. Ten ostatni zresztą jest już obecnie sztucznie otrzymywany.

Indygo znanem było od najdawniejszych czasów. Otrzymują go z soków pewnych pokrewnych sobie roślin indyjskich. Sok sam przez się jest bezbarwny, ale pozostawiony na powietrzu, ulega powoli utlenieniu i wydziela szafirowy barwnik.

W Europie środkowej posiadamy również roślinę, zwaną *wajdem*, której sok, pozostawiony na powietrzu, daje także pewną ilość indygo, jakkolwiek znacznie mniejszą, niż roślina indyjska, a mianowicie około 0,3 procentu.

Gdy dawnymi czasy stosunki ze Wschodem były bardzo utrudnione, w Europie używano do celów farbiarskich jedynie tylko produktu, добыtego z miejscowej rośliny.

Ponieważ zapotrzebowania były znaczne, więc uprawa wajdu w niektórych okolicach dosięgła szerokich rozmiarów i zapewniała dobrobyt plantatorom. W okolicach Erfurtu zwłaszcza, około 1300 roku, były już wielkie plantacye wajdu, a ci, którym przysługiwało prawo hodowania tej rośliny, nosili nazwę „wajdjunkrów.“ Jeszcze około roku 1600 w paruset wioskach Turynгии zajmowano się uprawą wajdu.

Przemysł ten jednakże w późniejszych latach upadł zupełnie wskutek taniości indyjskiego indygo. Wielu książąt rzeszy niemieckiej długi czas bezskutecznie próbowało ratować go za pomocą ceł wwozowych lub nawet zupełnych zakazów przywozu. Tak np. Rada Norymbergi przez długi czas wymagała od mieszkańców przysięgi, iż nie będą używali obcokrajowego indygo.

Widzimy zatem, że już w owych czasach kierowano się odnośnie do wajdu taką samą polityką, jaką dziś prowadzi partya agrarna względem sprowadzanego do kraju zboża i bydła.

Z ulepszeniem warunków komunikacyi ze Wschodem, indyjskie indygo zdobyło sobie zbyt w całym świecie, ale jest rzeczą bardzo prawdopodobną, że jego panowanie w farbierstwie długo nie potrwa. Najpierw bowiem wydobyto już ze smoły barwniki niebieskie, które nic nie ustępują indygu w piękności i trwałości barwy, a powtóre, chemik niemiecki, von Baeyer, w 1880 roku, pierwszy otrzymał indygo drogą sztuczną. Ogłoszone przez niego prace wywołały w swoim czasie powszechne zdumienie, ale barwnik, przygotowany podług jego metody (również z produktów destylacyi smoły kamiennej), nie znalazł odrazu zastosowania ze względu, że kosztował znacznie drożej,

niż produkt naturalny. Odkrycie jednak, uczynione przez Baeyera, dało powód do poszukiwań nowych metod i po siedemnastu latach pracy nad tym przedmiotem, od października 1897 roku posiadamy już w handlu sztuczne indygo, otrzymane drogą syntezy i rywalizujące ceną z produktem naturalnym.

Do upadku uprawy wajdu przyczyniły się ułatwione środki komunikacyjne; w podobny sposób postęp chemii oddziałał na hodowlę innych roślin farbiarskich.

Tak np. marzanna posiadała niegdyś szerokie zastosowanie przy wydobywaniu różnych barwników, a głównie czerwonej farby, zwanej *krappem*. Uprawiano ją na wielką skalę w całej Europie południowej, Azji Mniejszej i innych krajach.

W farbierstwie używano korzeni marzanny, które na Wschodzie noszą nazwę Alizary, z kąd powstał następnie wyraz alizaryna.

W korzeniach tej rośliny tkwi cały szereg barwników. Badania nad nimi rozpoczęte zostały jeszcze w 1823 r. Zadanie to było jednak na owe czasy jeszcze bardzo trudne i dlatego na zadawalniające wyniki badań długo czekać wypadło. Dopiero w 1868 roku Gräbe i Liebermann skonstatowali, że główny barwnik marzanny, alizaryna, stoi w bardzo bliskim związku z antracyną, węglowodorem, otrzymywanym ze smoły kamiennej, jak to już wspominaliśmy wyżej.

Stwierdzono dalej, że alizaryna, w pojęciu chemicznym, jest *bioksyantrachinonem*. Odkrycie to posłużyło chemikom za dalszą wskazówkę i wkrótce też potem udało się antracynę zamienić w alizarynę.

Zabrano się też skwapliwie do fabrycznej produkcji tego barwnika. Poniesiono wiele trudów, zanim zdołano laboratoryjne metody otrzymywania barwnika przystosować do produkcji na wielką skalę. Skoro jednak trudności zostały pokonane, fabry-

kacya sztucznej alizaryny dosięgła szerokich rozmiarów.

Od tej pory produkt naturalny nie mógł już rywalizować ze sztucznym, ten ostatni bowiem jest znacznie tańszy, to też w całym świecie zaprzestano uprawy marzanny.

Zjawisku temu ekonomiści w swoim czasie nadawali szczególną wagę. Twierdzono, że pozyskanie napowrót pod uprawę zboża olbrzymich przestrzeni, zasiewanych dotąd marzanną, jest objawem pod każdym względem pożądanym, ta zamiana bowiem zapobiegnie klęskom głodowym.

Upatrywano w tem drugą poboczną zdobycz cywilizacyjną, jaką ten wynalazek chemiczny miał za sobą pociągnąć. My jednak, ze swojej strony, zdania takiego nie podzielamy, bo widzimy, że rolnicy, przy nieustannej nadprodukcji zboża, wciąż poszukują coraz to nowych, zyskowniejszych artykułów uprawy. W ciągu ostatnich lat trzydziestu wiele jeszcze innych poglądów ekonomicznych, które długi czas uchodziły za niezbite, uległo gruntownej zmianie.

Wspominaliśmy już, że za pomocą krappu, a zatem i alizaryny, osiągać można szereg farb, których kolor ostateczny zależy od bejcy, jaka będzie użyta przy farbowaniu. Tak więc z bejcą glinową otrzymuje się kolor czerwony, żelazna bejca daje odcień nieokreślony, ciemny, który powoli, zwłaszcza, gdy żelaza użyto więcej, przechodzi w zupełnie czarny. Bejca chromowa daje kolor fioletowy i t. d.

W ten sposób można osiągać wprost zdumiewające rezultaty. Jeżeli np. kawał perkalu pasami zanurzymy kolejno w różne bejce, to po wyschnięciu tkanina będzie zupełnie lub prawie bezbarwna i nic na niej nie zobaczymy. Gdy wszakże wrzucimy ją następnie do rozrobionej z wodą alizaryny i pewien czas będziemy gotowali, to, po wyjęciu perkalu i wypłókanu go w wodzie, otrzymamy na nim całą skalę barw.

Alizaryna znajduje się w handlu w postaci wilgotnej, żółtawej, dosyć ścisłej pasty. Fabrykanci pozostawiają w niej umyślnie dosyć duży procent wody, żeby farbiarzom oszczędzić kłopotu rozrabiania alizaryny, która w stanie zupełnie suchym z wielką trudnością daje się rozrabiać wodą.

Wspomnieć tu jeszcze musimy o „wyciągach farbiarskich,“ do dziś dnia jeszcze będących w użyciu. W celu oszczędzenia kosztów przewozowych, tak samo, jak i wyciągi garbarskie (patrz str. 9. II), otrzymywane są również, przeważnie w portach, stężone wyciągi farbiarskie z różnych podzwrotnikowych drzew, jak np. kampeusz, fernambuk i inne.

Barwniki, otrzymane tą drogą, farbują również tkaniny, nasycone poprzednio bejcą. Ztąd kampeusz nazywają niekiedy *drzewem błękitnem* (Blauholz), a fernambuk *drzewem czerwonym* (Rothholz).

I tym barwnikom czynią farby anilinowe niebezpieczną konkurencyę, niezawodnie też, prędzej czy później i one wyrugowane będą prawie zupełnie z użycia, tak samo, jak marzanna, koszenilla, orselia, kurkuma i inne, dziś już zapomniane rośliny farbiarskie. Otrzymano bowiem już tak trwale i piękne barwniki tetrazowe (patrz str. 22. II), że z ich pomocą osiąga się bez porównania lepsze wyniki, niż z barwnikami roślinnymi lub ich wyciągami.

Niemcy stoją na czele wszystkich państw, wytwarzających farby anilinowe i produkty ich znajdują zbyt we wszystkich stronach świata. Wartość tej wytwórczości wynosiła w 1890 roku 34,8 miliona marek, a w 1894 roku dosięgła już 53,2 miliona, czyli, że wartość wywiezionych farb w ciągu lat czterech podniosła się o 50 procentów. Ponieważ te same cztery lata nie były zbyt pomyślne dla przemysłu tkackiego, który w tym czasie niewiele się mógł rozwinąć, wzrastające wciąż powodzenia sztucznych barwników przypisać trzeba ich udoskonale-

niu, skutkiem czego wypierają one więcej farby innego pochodzenia.

W farbierstwie używają dziś około 400 barwników smołowych, a przy kombinowaniu różnych bejc, z liczby tej osiągnąć się daje niezliczona ilość kolorów. Ale wzrosły też ogromnie wymagania odnośnie do wytrzymałości farb na światło i wodę, to też z tej olbrzymiej ilości te tylko mogą liczyć na zastosowanie w praktyce, które pod każdym względem wszystkim wymaganiom czynią zadość.

A teraz dodajmy jeszcze parę słów o materiałach wzorzystych, t. j. pokrytych za pomocą druku wielu kolorami.

Dawnymi czasy wzory na materiałach rysowano. Później odkryto metodę, polegającą na tem, że miejsca, które chciano pozostawić białymi, pokrywano masą, nieprzenikalną dla wody. Przyrządzano ją zwykle przez stopienie wosku z żywicą. Materiał zanurzano następnie w farbę, a po usunięciu masy woskowej otrzymywano pożądaną białą deseń.

Powoli zbliżono się do techniki drukarskiej. Deseń rytowano na drzewie, kliszę maczano w farbie, roztartej na poduszce i odciskano na materiale, jednym słowem, postępowano tak, jak przy odciskaniu pieczęci, a dziś stempli kauczukowych.

Oddawna już jednak przy drukowaniu perkali posługują się maszynami, które w ostatnich czasach doprowadzono do nadzwyczajnych doskonałości. Posiadamy np. maszyny, za pomocą których można jednocześnie na tkaninie odbijać 16 kolorów i utrwalać je następnie, również jednocześnie, przez odpowiednie operacje chemiczne.



## Wykład VIII.

---

Farby olejne. — Oleje schnące i nieschnące. — Olej lniany. — Pokost. — Lakier. — Atrament. — Celuloza. — Papier. — Klejenie masy papierowej. — Papier ze słomy i „alfy“. — Celuloza sodowa. — Celuloza siarkonowa. — Patenty.

Od sposobów odbijania deseni na tkaninach, o których mówiliśmy w poprzednim rozdziale, przechodzimy teraz do malarstwa.

Malowanie polega, jak wiadomo, na tem, że się farby rozrabia np. z wodą klejową, a następnie przenosi na powierzchnię, przeznaczoną do pomalowania. Takie wodne farby w wielu wypadkach zupełnie odpowiadają swemu celowi, nieraz jednak potrzeba uciekać się do innych farb, a zwłaszcza tam, gdzie pomalowane przedmioty pozostają na otwartem powietrzu. Deszcz bowiem łatwo rozpuszcza wodne farby i spłókuje je z powierzchni.

Ani do wodnych, ani do olejnych farb nie używa się wcale organicznych barwników, do których chemicy i farby anilinowe zaliczają.

Te ostatnie używane bywają jedynie w farbiarstwie, do malarstwa zaś nie znajdują zastosowania z tego względu, że nie wytrzymują silnego światła słonecznego ani zmian pogody, na które farby olejne z konieczności są wystawione.

W celu pokrywania powierzchni kolorem uży-

wane są zwykle farby nieorganiczne. Rozrabiają je z olejem i za pomocą pędzla przenoszą na przeznaczony do pomalowania przedmiot.

Za taką „farbę nieorganiczną“ moglibyśmy uważać do pewnego stopnia zmieloną na mialki proszek cegłę, która posiada bardzo trwałą czerwony kolor, ale farby takiej nikt nie używa, ponieważ ceglasty kolor jest brzydki. W przyrodzie znajduje się wiele innych barwnych substancji, które albo wprost, albo też po odpowiednim wyprażeniu lub stopieniu z innymi ciałami, dają piękne barwne połączenia. Tak np., jeżeli do szkła w chwili stapiania dodać *sól kobaltowych*, to powstanie masa o pięknej szafirowej barwie. Po zmieleniu na delikatny proszek otrzymujemy z niej *szmalte*, czyli bardzo trwałą niebieską farbę kobaltową.

Podobnie przy mieszaniu niektórych roztworów powstają barwne osady, czyli nierozpuszczalne w wodzie związki, które za farby bywają używane. Tak np., po zmieszaniu roztworu chromianu potasu z roztworem octanu ołowiu strąca się chromian ołowiu, znany w handlu pod nazwą *żółtej farby chromowej* (chromgelb) i t. p.

Co się tyczy farb olejnych, to przedewszystkiem musimy zaznaczyć, że nie każdy olej nadaje się do przygotowania farby. Gdybyśmy np. użyli w tym celu zwykłej oliwy, która pozostawia po sobie tłustą, t. j. nigdy nie wysychającą plamę, to otrzymalibyśmy farbę, która również nigdyby nie wyschła.

To też wszystkie oleje można podzielić na dwie wielkie grupy: *schnące i nieschnące oleje*.

Oleje nieschnące, jak np. oliwa, zawierają głównie, jak to już wiemy (patrz str. —), kwas oleinowy i glicerynę. Jest to ten sam kwas oleinowy, który znajduje się również w zwierzęcym tłuszczu, jak np. łój i t. p. Oleje schnące zawierają natomiast inne kwasy, które noszą nazwy, stosownie do swego pochodzenia. Tak np. w schnącym oleju lnianym znaj-

duże się kwas lniano-olejowy. Olej lniany otrzymuje się przez wycłacanie nasienia lnu, które, jak to już wiemy (patrz str. —), obfituje w tłuszcz i przy wycłaczaniu na zimno daje 22, a na gorąco 28 procentów oleju. Obydwie grupy olejów, t. j. zarówno schnące, jak i nieschnące, ulegają zmianom, gdy będą przez czas dłuższy wystawione na działanie powietrza. Oliwa i inne, do niej podobne, tłuszcze jełczeją powoli, natomiast schnące oleje, zwłaszcza gdy są rozprowadzone w cienkiej warstwie na powierzchni, dają twardą, szklistą powłokę. Jełczenie świadczy o rozkładaniu się tłuszczu na wolny kwas tłuszczowy i glicerynę. Przyczyny, wywołujące taki rozkład, nie zostały dotąd należycie wyjaśnione, jedni przypisują je wilgoci powietrza, drudzy pewnej odmianie bakterii. Twardnienie zaś schnących olejów polega na utleniającem działaniu powietrza, wskutek którego kwas lniano-olejowy i inne jemu podobne, ulegają przemianie.

Dodać tu jeszcze winniśmy, że są oleje, jak np. olej bawełniany, które zawierają zarówno schnące, jak i nieschnące kwasy tłuszczowe. Takie oleje oczywiście musimy odnieść do grupy źle schnących.

Wysychanie schnących olejów można znacznie przyspieszyć, sztucznym sposobem pobudzając ich utlenianie. Cel ten osiągnąć można np. przez gotowanie oleju z *tlenkiem ołowiu (glejtą)*, który dosyć łatwo oddaje swój tlen na rzecz oleju. Gdy olej lniany ugotujemy z glejtą albo inną podobną substancją (np. *boranem manganu*, który niekiedy daje jeszcze lepsze wyniki), to powstaje tak zwany *pokost*, czyli zaprawa, używana do rozcierania farb. W ten sposób przyrządzane bywają wszystkie *farby olejne*.

Jeśli, ugotowanym w sposób wskazany, pokostem pokryjemy pewną powierzchnię (choćby nawet pomalowaną poprzednio olejną farbą), to pokost po wyschnięciu pozostawi na niej twardą, szklistą

powłokę. Mówimy wtedy, że przedmiot został *polakierowany*, chociaż wyrażenie to jest o tyle nieściśle, że pod nazwą *lakieru* pojmujemy zwykle nie gotowany olej lniany, lecz roztwór żywicy w pokoście lub innej, łatwo parującej cieczy. Takie właśnie roztwory noszą nazwę lakierów lub werniksów.

Szellak, rozpuszczony w spirytusie, daje lakier bardzo szybko wysychający, wyskok bowiem łatwo ulatnia się na powietrzu i pozostawia cienką warstwę żywicy na powierzchni polakierowanego przedmiotu. Ale *lakiery spirytusowe* wogóle małą mają wartość, gdyż są nietrwałe. O wiele większe znajdują zastosowanie lakiery, przygotowane przez rozpuszczenie żywicy w terpentynie, powłoka bowiem, jaka po wyparowaniu terpentyny pozostaje na przedmiocie, trzyma się znacznie mocniej od poprzedniej.

Ale jeszcze trwalsze od lakierów spirytusowych i terpentynowych są *lakiery olejne*, otrzymywane przez rozpuszczenie w pokoście takich żywic, jak *bursztyń* lub *kopal*. Bursztyń należy do rzędu żywic kopalnych i zanim zostanie użyty do przygotowania lakieru, musi być wprawdzie stopiony, ponieważ w stanie surowym nie rozpuszcza się w oleju. Kopal jest także *żywicą*, pod którą to nazwą pojmujemy skrzące soki, wyciekające z niektórych drzew bądź to dobrowolnie, bądź też przy sztucznem nacinaniu pnia lub innych części rośliny. Handlowy kopal otrzymywany bywa z różnych gatunków drzew podzwrotnikowych, częścią wszakże dobywają go także z ziemi na wschodnim wybrzeżu Afryki. Ta ostatnia okoliczność nasuwa wątpliwości co do pochodzenia kopalu, jedni uczeni uważają go za żywicę kopalną, drudzy zaś są zdania, że pokłady żywicy, znajduwane w ziemi, powstały wskutek wyciekania soków z korzeni roślin.

---

A teraz przejdźmy do barwnego roztworu, który częściej od innych bywa używany. Mamy tu na myśli *atrament*.

Zwykły czarny atrament jest niczem innym, jak tylko rozrobionym, a raczej zawieszonym w wodzie *galusanem żelaza* i otrzymuje się przez zmieszanie wodnego wyciągu *dębianek* (galasu, patrz str. 21. II) z roztworem koperwasu żelaza. Tą drogą powstaje czarny osad; do atramentu dodają zwykle nieco *gumy arabskiej*, żeby osad łatwiej zawiesić w płynie i nadać mu pewną gęstość. Dla otrzymania pięknego czarnego koloru powyższy sposób zmodyfikowano później przez wytrawianie wodą *dębianek* razem z pewną ilością *kampeszu* (patrz str. 27. II), poczem otrzymany wyciąg miesza się z roztworem koperwasu żelaza i gumy arabskiej.

Atrament, dzięki odkryciu rozpuszczalnych w wodzie farb anilinowych, można otrzymywać dziś sposobem daleko prostszym. I tak np., czarny atrament możemy z łatwością przygotować, rozpuszczając w wodzie czarną anilinę albo indulinę, czerwony otrzymamy z fuksyny, albo jeszcze lepiej z *eozyyny* (nazwa ta pochodzi od *Eos*—jutrzenka). Bardzo dziś rozpowszechniony atrament fioletowy robi się z aniliny fioletowej, rozpuszczając 1 część tej ostatniej w 300 częściach wody z dodatkiem gumy i t. d.

Atramenty do kopiowania tem się tylko różnią od zwyczajnych, że zawierają więcej gumy arabskiej i nieco cukru, skutkiem czego przy pisaniu pozostaje tak gruba warstwa atramentu, że po odcisnięciu w prasie na zwilżonym papierze można otrzymać cały szereg bardzo czytelnych odbitek.

Wspomniemy tu jeszcze o tak zwanych *sympatycznych atramentach*, które zresztą większą odgrywają rolę w powieściach kryminalnych, niż w rzeczywistości. Jeżeli napiszemy na papierze roztworem *żółtego cyanku potasu*, to po wyschnięciu z pisma nie

pozostanie żadnego śladu, ponieważ roztwór tej soli posiada zaledwie słabo żółtawą barwę. Gdy następnie osoba wtajemniczona pociągnie papier pendzelkiem, umoczonym w rozcieńczonym roztworze *chlorniku żelaza*, to napisane litery zabarwią się niebiesko, gdyż przy zetknięciu się tych obydwóch związków tworzy się *blekit pruski* (patrz str. 18. II). W podobny sposób można skombinować cały szereg bezbarwnych lub słabo zabarwionych plynów, które, przy wzajemnem oddziaływaniu na siebie, dają różnokolorowe osady, dzięki czemu napisane wyrazy stają się widoczne.

Ale właściwe atramenty sympatyczne bywają niekiedy jeszcze bardziej tajemnicze. W wypadku wyżej opisanym wywołane chemicznie pismo pozostaje na papierze przez długie lata, tymczasem są i takie atramenty, które znikają z papieru, skoro tylko odbiorca listu zapoznał się z jego treścią. W tym celu używają zwykle roztworu *chlorku kobaltu* lub *chlorku miedzi*.

Roztwór chlorku kobaltu jest prawie zupełnie bezbarwnym i napisane nim wyrazy na białym papierze nie są widoczne. Gdy wszakże papier ogrzejemy, przeciągając po nim gorącym żelazkiem, wtedy sól kobaltowa traci szybko wodę, z którą jest związana chemicznie i zamienia się w bezwodny chlorek kobaltu. W tym stanie sól ma barwę ciemno-szafirową i pismo daje się z łatwością odczytać. Ale skoro tylko papier ostygnie, litery zaczynają znikać powoli, skutkiem tego, że sól przyciąga z powietrza wilgoć i przechodzi napowrót w poprzedni związek wodny.

Jeżeli użyjemy do pisania roztworu chlorku miedzi, który posiada słabo niebieskawy kolor i po wyschnięciu pisma papier w tenże sposób ogrzejemy, to ukażą się żółto-brunatne litery, dzięki tej samej co wyżej przyczynie, a pismo zniknie napowrót, skoro tylko papier ostygnie.

*Z atramentem wiecznym* czyli nieznikającym, zapoznamy się bliżej, gdy będzie mowa o fotografii.

---

A teraz przejdźmy do fabrykacji papieru.

W owe czasy, kiedy ludy klasycznej starożytności używały do pisania wyłącznie tylko przedmiotów, jakie daje przyroda, a więc kamieni, drzewa, skóry i t. p., Egipcyanie dawno już posiadali sposób otrzymywania papieru z krzewu, zwanego papyrusem. Pień rośliny rozcinano na możliwie cienkie i szerokie płaty i układano je rzędem obok siebie. Na te kładziono wpoprzek drugą warstwę, poczem wszystko ściskano w prasach i otrzymywano w ten sposób pojedyncze arkusze. Po wyschnięciu papier taki szlifowano dla otrzymania możliwie gładkiej powierzchni, a następnie używano do pisania. Oprócz tego materiału, zarówno w starożytności, jak i w początkach wieków średnich, używano jeszcze pergaminu (patrz str. 13. II). Ale już w ósmym stuleciu wynaleziono to, co my dziś powszechnie nazywamy papierem.

Jako pomniki pisma na papierze ze szmat lnianych przechowały się w Europie bulle papieskie, wydane w ósmym i dziewiątym wieku. Według wszelkiego prawdopodobieństwa, papieru tego dostarczyli hiszpańscy saraceni, najstarszym bowiem dokumentem historycznym, pisany na lnianym papierze, jest traktat pokojowy, zawarty pomiędzy Kastylią i Aragonią.

Nasz dzisiejszy papier składa się z cieniutkiej warstwy spłsnionych włókien roślinnych; zwierzęce włókna nie nadają się do fabrykacji papieru, są bowiem zbyt miękkie i dają produkt przypominający sukno.

Żeby móżd wyrabiać papier możliwie tanio, już oddawna używano za materiał surowy włókien, pochodzących nie wprost z roślin, lecz ze szmat.

pozostałych ze zniszczonej lnianej lub bawełnianej odzieży

Wszystkie włókna roślinne składają się z *celulozy*, która ma postać krótkich włókienek, zlepionych pomiędzy sobą różnymi substancjami. Czysta celuloza jest węglowodanem (patrz str. 82. I) i składa się z sześciu atomów węgla, dziesięciu wodoru i pięciu tlenu. Ilość zatem atomów i stosunek ich do siebie w celulozie jest ten sam, co i w mączce krochmalowej.

Dawniej otrzymywano papier w następujący sposób: rozmoczone szmaty poddawano gniciu przez 2 lub 3 dni, przez co substancje, wypełniające włókienka celulozy, rozmiękczały się i ulegały rozkładowi. Skutkiem tego procesu szmaty z dużą ilością wody można miażdżyć na papkę i pojedyncze włókienka od siebie oddzielić. Otrzymaną w taki sposób masę papierową robotnik czerpał z kadzi na cienkie sito i wstrząsał niem równomiernie. Przeciekająca woda spływała przez otwory do kadzi i na sicie pozostawała tylko cienka warstewka poplątanych i zbitych włókien celulozy. Drugi robotnik odbierał sito z rąk pierwszego i układał zaczerpniętą warstwę papieru na wołoku, poczem otrzymany arkusz nakrywał drugim kawałem wołoku. Skoro się już utworzył dostatecznie gruby stos arkuszy poprzekładanych wołokiem, wsuwano go w prasę i oddalano resztę wody. Prasowanie zgęszczało masę i papier nabierał mocy, arkusze wyjmowano wtedy z prasy i dosuszano w przewiewnych miejscach.

Ale otrzymywany tym sposobem papier jest dosyć porowaty i ma pozór bibuły, może służyć do druku i do owijania, pisać wszakże nie można na nim, ponieważ włókna wsysają atrament i pismo się rozlewa. Oprócz tego, papier taki nie jest trwały i łatwo się niszczy.

Żeby nadać papierowi większą moc i zmniejszyć jego włoskowatość, t. j. własność wsysania



plynu, masę papierową poddają *klejeniu*. Ostatnie wyrażenie nie dość jasno rzecz tłumaczy, gdybyśmy bowiem do masy papierowej dodali tylko kleju, to ostatni rozpuściłby się w wodzie i razem z nią spłynął napowrót do kadzi, pozostawiwszy w papierze nieznaczną część zaledwie.

Gdy wszakże do masy papierowej, oprócz kleju, dodamy jeszcze alunu, to cała rzecz zmieni się zupełnie. Poznaliśmy już bliżej powinowactwo glinki, ukrytej w alunie, do włókien roślinnych i zwierzęcych, gdy była mowa o białoskórnicztwie i farbierstwie. To samo zachodzi i przy fabrykacyi papieru; włókna zatrzymają glinę, ta ostatnia zaś łączy się z klejem.

Jeżeli zatem na sito zaczerpnięta będzie masa, do której dodano alunu i kleju, to przez otwory sita tylko woda spływać będzie do kadzi, we włóknach zaś pozostanie klej, zatrzymany przez glinę. Po wysuszeniu wszystkie włókna mocno się zlepiają i na papierze takim można pisać wybornie, ponieważ włókna utraciły poprzednią włoskowatość, nadto zaś, ukryta w papierze masa sklejjąca czyni go dosyć odpornym względem wody.

Powierzchnia papieru czerpanego ręcznie nigdy nie może być dość gładka, to też produkt taki, żeby miał ładny wygląd, musi być wygładzony.

W tym celu wilgotny jeszcze papier prasują pomiędzy dwiema gładkimi powierzchniami, albo też, jak się mówi w technice, „satynują“, przepuszczając między gładko odpolerowanemi walcami, których śliska powierzchnia odciska się na papierze.

Stopniowo jednak udało się ręczną robotę zastąpić maszynową i, podczas gdy dawniej wielkość arkuszy musiała być zależna od wielkości sita, którym robotnik mógł zręcznie manewrować, dziś maszyny dostarczają papieru bardzo szerokiego, nie mówiąc już o długości, która może być nieograniczona.

Ażeby szmaty przerobić na masę papierową,

dziś nie poddają już ich gniciu, lecz gotują z mocnym ługiem, np. z *sodą gryzącą*, z którą będziemy mieli sposobność zapoznać się bliżej przy fabrykacyi mydła.

W ten sposób substancye, wypełniające włókna roślinne, rozpuszczają się i usuwają. Rozmiękczone szmaty dostają się następnie do młyna papierniczego, w którym obraca się walec z przytwierdzonymi do niego nożami. Pod walcem znajduje się jeszcze drugi szereg noży. Młyn taki nazywa się *holendrem*. Walec, poruszany siłą mechaniczną, za nurzony jest w wodzie i miazdzy szmaty, zamieniając je w jednolitą rzadką *papkę*.

Dla otrzymania białego papieru papka musi być wpierv wybielona *chlorkiem wapna*, a następnie wyplukana w antychlorze (patrz str. 15. II) dla usunięcia niszczącego wpływu chloru, poczem dopiero przystępują do klejenia masy. Dodać tu trzeba, że do wyrobu papieru maszynowego nie używają kleju stolarskiego, lecz zastępują go różnemi żywicami, jak np. *kalafonią*, która, przez gotowanie z sodą gryzącą, zamienia się w mydło żywicowe. Do masy papierowej dodają tego mydła i alunu; celuloza zatrzymuje glinę z alunu, ta zaś wiąże się z żywicą, wypełnia włókna, skleja je z sobą i w ten sposób otrzymuje się produkt zdatny do pisania.

Przygotowana masa, mocno rozrobiona wodą, dostaje się na metalową siatkę bez końca, która nieustannie postępuje naprzód. Siatka zrobiona jest z cienkiego drutu, ruch zaś postępowy nadają jej walce, na których jest przytwierdzona.

Gdy maszyna jest w ruchu, specjalny przyrząd wstrząsa siatką, na której układa się warstwa papieru, skutkiem czego woda znajduje łatwiejszy odpływ i masa papierowa równiej się układa. Jeżeli na siatce ułożony był jakiś napis lub znaki, to masa w danem miejscu osiadzie cieńszą warstwą i powstana, tak zwane, *wodne znaki* na papierze. Masa pa-

pierowa, straciwszy na siatce znaczną część wody która spływa do kadzi, przechodzi następnie na ruchome sukno i posuwa się dalej, gdzie po drodze spotyka drugie sukno, które układa się z wierzchu. Ujęta pomiędzy dwa sukna, masa wchodzi następnie pod walce, które wyciskają z niej resztę wody.

W tym stanie wstęga papierowa dostaje się na polerowany, parą ogrzany cylinder, na którym wysycha do reszty i nabiera po jednej stronie gładkiej powierzchni. żeby papier wyglansować także i po stronie przeciwnej, przeprowadzają wstęgę odwrotną stroną na drugi taki sam cylinder i gotowy już papier zwijają na motewkach w rulony.

Przy coraz bardziej wzrastających zapotrzebowaniach papieru, producenci zaczęli poszukiwać innych materiałów surowych, ilość bowiem szmat nie odpowiadała już więcej potrzebom chwili. Gdy weźmiemy pod uwagę, jaką masę papieru zużywają gazety, to pojmemy łatwo, że przeciętny człowiek nie jest w stanie dostarczyć tyle lnianych i bawełnianych szmat, ile mu na własny użytek potrzeba celulozy pod postacią listowego lub gazetowego papieru. To też już w zeszłym stuleciu wprowadzono w niektórych krajach, pomiędzy innymi i w Prusach, cła wywozowe od szmat, byleby zabezpieczyć dostateczną ilość surowego materiału dla krajowych fabryk papieru.

Ale te sztuczne środki niewielką przyniosły korzyść, bo zapotrzebowania wciąż wzrastały i trzeba było koniecznie znaleźć nowy materiał do wyrobu papieru. Poszukiwania, poczynione w tym kierunku w dziedzinie chemii, przyniosły tak pomyślne rezultaty, że dziś możemy wskazać wiele papierni, które do swej produkcji nie potrzebują ani jednej szmaty.

Zarówno dawniej, jak i dziś jeszcze, publiczność niechętnie jest usposobioną do papieru, nie ze szmat wyprodukowanego. Dawniej, gdy przemysł ten znaj-

dował się jeszcze w kolebce, uprzedzenie to miało swoje podstawy, ponieważ papier z drzewa lub słomy istotnie był znacznie gorszy. Dziś jednak fabrykacja celulozy z drzewa doprowadzona została do takiej doskonałości, że produkt ten nie może już być uważany za surogat papieru.

Jasnym jest, że skoro len, zawierający w swojej łądydze celulozę, używa się na tkaniny, a następnie pod postacią szmat do wyrobu papieru, to i cały szereg innych roślin może w tym samym celu znaleźć zastosowanie.

Musimy tu jednakże uczynić to samo zastrzeżenie, które w swoim czasie zrobiliśmy przy krochmalu (patrz str. 80. II), że chociaż chemiczny skład celulozy jest we wszystkich roślinach jednakowy, to jednakże jej fizyczne własności mogą być bardzo rozmaite. I tak np., słoma, a w szczególności trawa, zwana *alfa*, rosnąca dziko na północnym wybrzeżu Afryki, daje po rozgotowaniu wyborną celulozę, pomimo to jednak z materiałów tych nie otrzymuje się tak dobrego papieru, jak ze szmat lnianych. Podobnież i każda dojrzała roślina, a zwłaszcza drzewo, zawiera celulozę. Otóż przeróbkę drewna na papier udało się doprowadzić do tak wysokiej doskonałości, że dalej zająć na tem polu wydaje się już niepodobieństwem.

Próby zastąpienia szmat drewnem czynione były stosunkowo już dosyć dawno, jeszcze bowiem w 1846 roku w południowych Niemczech otrzymywano drzewną masę w sposób dosyć prosty: drzewo, porąbane na polana, miażdżono pod cylindrem kamiennym przy ciągłym przepływie wody.

Otrzymana jednak tą drogą papka nie miała włóknistej budowy i zaledwie w słabym tylko stopniu posiadała własność zbijania się w pilśń; prócz tego zawierała dużo części smolistych, które utrudniały, a niekiedy zupełnie uniemożliwiały bielenie, to też papkę taką przerabiano tylko razem ze szmatami,

które dawały dłuższe włókna, a tem samem i papier mocniejszy.

Tym sposobem drzewna papka nie zastępowała szmat, lecz tylko zwiększała ilość masy do wyrobu papieru.

Z biegiem czasu zaczęto w tym samym celu używać jeszcze innych domieszek, a mianowicie gipsu, oraz innych białych proszków, które same się wprawdzie nie spiliśniały, lecz powiększały masę, oczywiście z uszczerbkiem dla dobroci papieru.

Obok tego, czysto mechanicznego sposobu mielenia drzewa, wkrótce zaczęto chemicznie rozgotowywać słomę przy pomocy ługu. Otrzymywano tą drogą produkt, który, po wymyciu wodą, rozcierano razem z papką w holendrze. Do gotowania słomy posługiwano się *sodą gryzącą* (patrz wykład IX), jako materiałem najtańszym; papkę bielono chlorkiem wapna, a następnie dodawano w dużych ilościach do zasadniczej masy papierowej. W podobny sposób przerabiano również i trawę zwaną *alfą*.

Przeróbka słomy lub alfy na papkę nie przedstawia wielkich trudności ze względu, że mamy do czynienia z materiałem dość miękkim.

Zadanie to jednak staje się o wiele trudniejsze, gdy w podobny sposób będziemy przerabiali drewno, które jest masą ścisłą i twardą. Początkowo otrzymywano celulozę z drzewa t. z. sposobem „sodowym,” który dość długo był uważany za najdogodniejszy. Metoda ta polega na tem, że drzewo (przeważnie sosnowe lub jodłowe) rozgotowuje się pod silnem ciśnieniem z ługiem sodowym w wielkich kotłach, ogrzewanych wprost na ogniu. Drzewo, pokrajane w poprzeczne kręgi, układa się w drewnianych koszykach i ustawia w kotle, do którego potem wlewają ług. Żeby osiągnąć możliwie dokładne rozgotowanie drzewa, ciśnienie w kotle trzeba doprowadzić do 10 atmosfer. To też kotły, przeznaczone do tego procesu, muszą być zbudowane bardzo silnie

i spojone trzy razy większą ilością nitów niż zwykłe kotły parowe.

Kręgi drzewa po wyjęciu z kotła posiadają ciemno-brunatną barwę. Wszystkie ciała, które wypełniały lub zlepiały włókna drzewnika, po rozgotowaniu stały się rozpuszczalnymi w wodzie, to też, gdy kręgi zostaną następnie z wodą zmielone, otrzymamy w rezultacie czystą celulozę, ponieważ wszystkie t. zw. „inkrustujące substancje“ będą przez wodę wypłukane. W ten sposób powstaje t. zw. *celuloza sodowa*, która posiada włókno dosyć długie i pozwala bielić się z łatwością. W tym stanie produkt idzie do handlu i we właściwych fabrykach bywa przerabiany na papier razem z innymi materiałami.

Produkt ten od 1884 roku spotkał się z silnym współzawodnictwem ze strony t. z. *celulozy siarkonowej*, która go coraz bardziej i bardziej zaczęła wypierać.

Oczywiście było z góry wiadome, że soda gryząca nie jest jedynym środkiem, za pomocą którego można inkrustujące substancje przeprowadzić w stan rozpuszczalny. Od czasu do czasu pojawiał się jakiś nowy środek, ale tylko jeden z nich, a mianowicie *kwaśny siarkon wapnia*, zdobył sobie szerokie zastosowanie w praktyce. Ponieważ chemicy sole kwasu siarkawego nazywają *siarkonami*, przeto ta nowa odmiana celulozy, dla odróżnienia od dawniejszej, otrzymywanej sposobem „sodowym“, otrzymała nazwę *celulozy siarkonowej* lub *sulfitowej*.

Pierwszym wynalazcą, który metodę tę postawił na praktycznej stopie, był Niemiec Erfinder. Wielu czyniło już przed nim próby w tym samym kierunku, ale zupełnie bezowocnie. Tak np. już w 1866 roku wydano w Anglii patent na metodę, w ogólnych zarysach do dzisiejszej bardzo podobną, ale w handlu nie było ani jednego kilograma celulozy, wyprodukowanej według zameldowanego sposobu.

Musimy tu zaznaczyć, że w Niemczech nie wol-

no brać patentu na wynalazek, który w tej samej lub zbliżonej formie gdziebądź odkryty został przez kogoś innego, jeżeli od czasu ogłoszenia wynalazku nie upłynęło 50 lat. Ta okoliczność okazała się dla wynalazcy bardzo nieprzychylną, gdyż mu patentu na otrzymywanie celulozy nie wydano. Zmusiło go to uciec się do pewnego rodzaju podstępu.

Wiemy już z garbarstwa, że wszystkie prawie drzewa, zawierają garbnik. Przy rozgotowywaniu drzewa wszystko, co nie jest celulozą, a więc i ciała garbnikowe, musi przejść do roztworu. Ponieważ garbniki przenoszą temperaturę wrzenia, można je więc znaleźć w płynie po usunięciu celulozy. Chociaż więc właściwym celem niemieckiego patentu było otrzymywanie celulozy siarkonowej, to jednak patent był wydany na dobywanie ługu garbarskiego przez gotowanie drzewa z kwaśnym siarkonem wapnia; tym sposobem celuloza występowała w tym wynalazku tylko jako produkt poboczny.

Ale zobaczmy najpierw czem jest *kwaśny siarkon wapnia*.

Wiemy wszyscy, że zapalona siarka spala się i, wydzielając ostry zapach, znika zupełnie, podobnie jak węgiel, który, spalając się, łączy się z tlenem powietrza i tworzy gazowy kwas węglany. Siarka również wiąże się z tlenem powietrza i daje bezbarwny gaz, zwany *kw asem siarkawym*. Wiemy także, że kwasy łączą się z zasadami i tworzą sole (patrz str. 61. I). Otóż, jeżeli gazy, powstające w piecu przy spalaniu siarki, wprowadzone będą do komina, wypełnionego wilgotnymi kamieniami wapiennymi, to kwas siarkawy nie będzie się już kominem wydobywał na zewnątrz, lecz połączy się z wapnem, jako zasada, i utworzy sól, czyli t. zw. *siarkon wapnia*.

Ponieważ w dolnej części komina gromadzi się dużo gazowego kwasu siarkawego, ten ostatni łatwo rozpuszcza się w wodzie, spływającej powoli po kamieniach. Ten kwaśny płyn rozpuszcza w sobie

utworzony przedtem siarkon wapnia i koniec końców, wskutek nadmiaru kwasu, powstaje roztwór, tak zwanego, *kwaśnego siarkonu wapnia*.

Powyższy sposób otrzymywania kwaśnego siarkonu wapnia w wieżach, czyli kominach, wypełnionych wapniakiem, został również opatentowany, ponieważ nikt przedtem produktu tego tą drogą nie otrzymywał. Powstający roztwór kwaśnego siarkonu wapnia gromadzi się w zbiorniku na dnie wieży, do której przez boczny otwór wpływa z pieca gazowy kwas siarkawy.

Roztwór kwaśnego siarkonu wapnia oddziałuje gryząco na większość metali. Najbardziej odpornie zachowuje się jednak ołów, który też, ze względu na niską cenę, znajduje częste zastosowanie w przemyśle chemicznym pod postacią ołowianych lub ołowiem wyłożonych naczyń.

Żeby otrzymać z drzewa celulozę, gotują je z ługiem siarkonowym pod silnym ciśnieniem. W technice napotkano tu właśnie największą trudność z tego względu, że ołów jest metalem miękkim i niepodobna z niego zbudować kotła, któryby wytrzymał choćby takie ciśnienie, jakie bywa w zwykłych kotłach parowych.

Po całym szeregu przedsięwziętych prób, wypracowano następujący sposób: zwykły żelazny kocioł parowy pokrywano wewnątrz warstwą żywicy. Na żywicy układano szereg płyt ołowianych, a na tych znów, dwa rzędy płyt kamiennych, odpornych względem kwasu. Kamienie kładziono w taki sposób, żeby szpary między kamieniami górnego rzędu nie leżały nawprost szpar dolnego, lecz wypadały pośrodku kamienia.

Dopiero taki skomplikowany „płaszcz“ zabezpieczał zewnętrzne żelazo od rozjadania. Dziś udoskonalono te kotły o tyle, że wykładanie ołowianymi płytami jest zbyt ciężkie, kamienie bowiem, o ile są do-



brze dopasowane do siebie i spojone odpowiednim cementem, już dostatecznie chronią żelazo.

Ogrzewanie kotła osiąga się za pomocą całego szeregu umieszczonych wewnątrz rurek ołowianych, do których wpływa para z innego kotła. Rurek tych potrzeba wiele z tego powodu, że, wskutek silnego ciśnienia, którego ołów nie jest w stanie wytrzymać, rurki często pękają.

I w tym kierunku z biegiem czasu uczyniono postęp, odkąd zaczęto fabrykować żelazne rurki pokryte wewnątrz ołowiem. Dziś wreszcie fabryki, które się trudnią wyrobem rur ołowianych, udoskonaliły je do tego stopnia, że rurki wytrzymują ciśnienie bez żelaznego płaszcza wokoło.

Takie wewnętrzne zabezpieczenie kotła przeciw uszkodzeniu zabiera wiele miejsca, a sam proces gotowania celulozy siarkonowej wymaga 72 godzin. Z tego względu w fabrykach, które wyrabiają duże ilości materiału, kotły są tak wielkich rozmiarów, że można swobodnie wjechać do wnętrza zaprzężonym wozem.

Drewno, rozgotowane z kwaśnym siarkonem wapnia, jest znacznie bielsze niż było przed gotowaniem. Jest to rezultat wprost przeciwny temu, jaki bywa przy traktowaniu drewna ługiem sodowym, a to z tej przyczyny, że kwas siarkawy jest wyborynym materiałem blicharskim. Sposób ten więc posiada jeszcze i tę zaletę, że ułatwia znakomicie bieleńcie celulozy.

Najlepszy produkt otrzymywany bywa z tak zwanej białej jodły, dla której północną granicę stanowi Men. Najpodatniejsze do przeróbki są drzewa piętnastoletnie, to też fabryki, położone w południowych Niemczech i Szwajcaryi, coraz więcej się takiego tylko drzewa domagają, a gospodarstwa leśne zaczęły się liczyć z tym warunkiem. Wyżej na pół.

noc, zwłaszcza w północnych Niemczech i Norwegii, masę celulozy siarkonowej wyrabiają z sosny <sup>1)</sup>).

Ponieważ celuloza siarkonowa, wkrótce po jej odkryciu, stała się niebezpieczną rywalką dla celulozy, otrzymywanej za pomocą sody gryzącej, więc fabrykanci tej ostatniej dokładali wszelkich starań, żeby obalić przyznany jej patent. Wychodzili oni z tej zasady, że po pierwsze: istniał już przedtem, uzyskany dawniej jeszcze, patent angielski, a po drugie, nikt nie jest w stanie wydobyć z ługu siarkonowego ciał garbnikowych w takim stanie, żeby je można było stosować w praktyce do wyprawy skór (patrz str. 7. II). Upragniony cel udało im się zdobyć i, wydany w Niemczech patent na celulozę siarkonową, cofnięto. Wynalazca jednak nie ustąpił i wkrótce w innej formie potrafił się obronić, a mianowicie, postarał się o patent na otrzymywanie kwaśnego siarkonu wapnia w wieżach, sposób ten bowiem przedtem nigdzie nie był opublikowany.

Nowy ten patent sprawił, że fabrykanci siarkonowej celulozy stali się znów zależni od wynalazcy, gdyż bez zastosowania wieży nikt nie mógł otrzymać ługu siarkonowego do rozgotowywania drzewa. Z biegiem czasu i w produkcyi ługu wprowadzono zmiany, wynaleziono bowiem łatwiejsze i tańsze sposoby fabrykacyi.

Dziś już spór ten, który w latach ośmdziesiątych wywołał silne wzburzenie umysłów pośród przemysłowców, zakończył się zupełnie, głównie z tego względu, że patenty, wydawane w Niemczech, pozostają w sile przez lat piętnaście. Ponieważ patent

---

<sup>1)</sup> Celulozę produkuje w dużych ilościach Finlandya, po za tem w granicach państwa rosyjskiego znajduje się jeszcze 6 takich fabryk, których roczna produkcya sięga około 1 miliona rubli. Celulozę siarkonową wyrabiają w Finlandyi w ilości przeszło pół miliona pudów rocznie.

powyższy uzyskany był w 1878 roku, utracił więc zupełnie swoje znaczenie w 1893 r.

Celuloza siarkonowa wypiera coraz bardziej z użycia celulozę sodową i mnóstwo fabryk tej ostatniej przerobiono zupełnie do produkcji sposobem siarkonowym. Celuloza taka nie tylko, że posiada wielką przewagę nad dawniejszą sodową, ale w papiernictwie zaczyna wypierać z użycia zasadniczy materiał — szmaty. Z tego powodu z roku na rok zmniejsza się zapotrzebowanie lnianych i bawełnianych odpadków i artykuł ten coraz trudniejszy znajduje zbyt w handlu.

Na zakończenie wskażemy jeszcze na jedną dodatnią stronę fabrykacji celulozy sposobem siarkonowym. W chwili obecnej technicy przedsięwzięli cały szereg prób, ażeby fabrykację tak prowadzić, iżby z drewna otrzymywać celulozę w jaknajdłuższych włóknach, tak, by ją można było razem z bawełną przerabiać na przędzę. Jeżeli próby doprowadzą do pożądaných wyników, celuloza, jeżeli nie zupełnie, to w części przynajmniej będzie zastępować bawełnę. Dziś byłoby jeszcze przedwczesnie zapuszczać się w dalsze horoskopy, chcemy tu tylko zaznaczyć, jak wielkie nadzieje pokładane są w dalszym rozwoju tej gałęzi przemysłu.

---



## Wykład IX.

---

Wapno palone.—Potaż.—Soda połlug Leblanca.—Kwas siarczany.—Sól glauberska.—Kwas azotny.—Chlorek wapnia.—Regeneracya braunsztalnu.—Soda krystaliczna.—Regeneracya siarki.—Soda amoniakalna.—Sztuczny potaż.—Potaż z melasy.—Potaż z wełny zapoconej.—Mydło.—Potaż kaustyczny.—Soda kaustyczna.—Szare mydło.—Mydła „pełne”.—Mydło żywiczno-tojowe.—Woda twarda i miękka.—Plastry.

Wyrób mydła, o którym w rozdziale tym mówić zamierzamy, polega na wzajemnem oddziaływaniu na siebie „gryzących alkali” i tłuszczów.

Z tego względu musimy wpieryw wyjaśnić, czem są właściwie „gryzące alkalia,” a że do fabrykacyi tychże potrzebne są węglany alkali, zajmiemy się przeto rozpatrzeniem jednych i drugich.

Z „gryzących alkali” w dawnych czasach znaniem było jedynie wapno palone, które, podobnie jak i dziś, wypalano z wapniaków w wielkich piecach. Otrzymane tą drogą wapno od dawien dawna używane było do *zaprawy wapiennej*.

Wapniak, czyli w znaczeniu chemicznem, węglan wapnia, znajduje się w przyrodzie w olbrzymiej ilości. Najczystsze jego odmianami są: marmur, spat wapienny i kreda.

Wrzucony do pieca, pod wpływem wysokiej ciepłoty, zmienia się zupełnie, gdyż kwas węglany w postaci gazu uchodzi w powietrze i w piecu pozostaje samo wapno<sup>1)</sup>. Naturalny kamień wapienny jest wybornym materiałem budowlanym, gdyż opiera się wszelkim wpływom atmosferycznym.

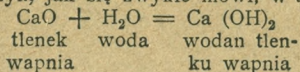
Natomiast, po wypaleniu, kamień w zetknięciu z wodą rozpada się zupełnie, czyli, jak mówić przyjęto, wapno się „lasuje.“ Przy gaszeniu, wskutek wzajemnego oddziaływania chemicznego pomiędzy wapnem palonym a wodą, wywiązuje się tyle ciepła, że para wodna wydobywa się kłęбами. Wskutek tego cały proces gaszenia ma w sobie coś, na pozór, tajemniczego.

Otrzymane tą drogą wapno gaszone posiada własności silnie gryzące, dlatego też często nazywanem bywa *wapnem gryzącem*. Ponieważ z kwasami tworzy sole (przypominamy tu fosforan wapnia, o którym była mowa przy nawozach sztucznych str. 53. I), więc, w pojęciu chemicznym, jest to ciało zasadowe, czyli *alkali*.

Po ugaszeniu wapna wodą powstaje rzadka masa; wapno łączy się chemicznie z pewną ilością wody, pomimo to jednak otrzymany produkt prawie wcale się w niej nie rozpuszcza.

W starożytnych księgach znajdujemy wzmianki, że z pomocą wapna gaszonego mydlarze umieli otrzymywać inne, łatwo rozpuszczalne, alkali, za pomocą

<sup>1)</sup> „Wapno“, w pojęciu chemicznym, jest tlenkiem metalicznego wapnia, który posiada skłonność do tworzenia z wodą chemicznego związku. Przy połączeniu wywiązuje się mnóstwo ciepła, jednocześnie zaś tlenek wapnia zamienia się w *wodan tlenku wapnia*, czyli, jak się zwykle mówi, w *wapno gaszone*.



którego wyrabiali mydło. Tem ciałem był potas gryzący, który zarówno wówczas, jak i dziś, otrzymuje się z potażu pod działaniem gryzącego wapna.

O metodzie tej pomówimy nieco dalej, wpierv bowiem musimy wyjaśnić, czem jest właściwie potaż.

Wiemy już z poprzednich wykładów, że rośliny potrzebują soli potasowych (patrz str. 48. I), dlatego też każde drzewo zawiera sole potasowe, które, jako popioły, pozostają po spaleniu. W popiołach sole te zawarte są przeważnie w postaci węglanu potasu, łatwo rozpuszczalnego w wodzie.

Po wygotowaniu popiołów w garnkach i odparowaniu płynu otrzymuje się pozostałość, zwaną *potażem* (Pott-asche).

Potaż znajduje szerokie zastosowanie w przemyśle. Jak dawniej, tak i dziś używają go do wyrobu mydła, fabrykacyi szkła, w farbierstwie i t. d. To też, gdy ilość lasów, wskutek powszechnego trzebienia, zaczęła się gwałtownie zmniejszać, zmniejszyła się również i produkcyja potażu z powodu braku popiołów drzewnych. Brak ten przedewszystkiem dał się odczuć we Francyi. Żeby temu zapobiedz, paryzka Akademia Umiejętności w 1775 roku ogłosiła konkurs, z nagrodą 2,500 lirów, na najlepszą metodę otrzymywania sody z soli kuchennej, — soda bowiem w większości wypadków z powodzeniem używana być może zamiast potażu.

Rzecz ta tłómaczy się w następujący sposób:

Potaż, jak to już wiemy, jest węglanem potasu, soda zaś — węglanem sodu. W owych czasach, gdy konkurs ogłaszano, nie znano jeszcze dla potasu innego źródła, prócz potażu, stassfurckie bowiem sole potasowe (patrz str. 58. I) odkryto dopiero w drugiej połowie bieżącego stulecia. To też niepodobieństwem było otrzymać sztuczny potaż z innych związków potasowych, jako zbyt drogich.

W owych czasach istniało także jedno tylko

źródło dobywania sody, a mianowicie popioły pewnych roślin morskich, zwanych „Barilla,” przeróbką których zajmowano się głównie w Hiszpanii północnej. W roślinach tych, zamiast soli potasowych znajdują się sole sodowe, po wygotowaniu popiołów otrzymuje się więc nie węglan potasu (potaż), lecz węglan sodu (soda). Ale barylla nieraz dawała popioły z zawartością tylko 5 procentów sody, reszta materiału była zanieczyszczeniem. Mimo to jednak zapotrzebowania na sodę były wielkie i nawet taki lichy produkt znajdował zastosowanie w przemyśle. Soda zatem jest węglanem sodu, sól zaś, pod postacią soli kuchennej, czyli związku sodu z chlorem, znajduje się w ziemi w niewyczerpanych prawie zapasach.

To też Akademia paryzka ogłosiła konkurs na dobywanie sody z soli kuchennej, kierując się tem, że niema odpowiednich źródeł do otrzymywania sztucznego potażu.

O wartości sody dadzą nam pojęcie następujące cyfry. W 1814 roku 1,000 kilogr. sody krystalicznej kosztowało 1,200 marek, w 1824 r. 600 marek, a od kilku lat cena tejże ilości wynosi 60 marek. To też dawniej wyrób sody przynosił bajeczne zyski fabrykantom.

Zadaniem, ogłoszonym przez Akademię, zajmowało się wielu uczonych, ale pierwszy rozwiązał je Leblanc. W 1791 roku otrzymał on patent na metodę, która do dnia dzisiejszego znajduje zastosowanie.

Metoda jego, jak się o tem zaraz przekonamy, wydaje się bardzo złożoną. Wymaga ona nie tylko wszechstronnych wiadomości chemicznych, ale także niezwyklej inteligencji i sprytu w umiejętnem wprowadzaniu ulepszeń technicznych, umożliwiających spożytkowanie pobocznych produktów, jakie przy fabrykacji powstają. Słusznie też można powiedzieć, że



fabrykacya sody była przewodniczką w stopiowym rozwoju potężnego dziś przemysłu chemicznego <sup>1)</sup>).

Dla łatwiejszego zrozumienia metody Leblanca wyłożymy przedewszystkiem główne jej zasady. Sól kuchenna, czyli chlorek sodu, ogrzewa się z kwasem siarczanym i zamienia w siarczan sodu; ten ostatni zostaje następnie stopiony z węglem i kredą. Kreda jest, jak już wiemy, węglanem wapnia, więc, gdy otrzymany stop wylugujemy wodą, do roztworu przejdzie węglan sodu, czyli soda, a po odparowaniu ługu macierzystego, soda wykrystalizuje z plynu w postaci krystalicznej sody handlowej.

Chcąc zatem otrzymywać sodę z soli kuchennej, trzeba ją przedewszystkiem zamienić w siarczan sodu. Związek ten w codziennem życiu posiada nazwę soli glauberskiej od imienia wynalazcy Glaubera, który ją w 1645 roku po raz pierwszy otrzymał. Fabrykant, produkujący sodę, musi więc posiadać własny kwas siarczany, gdyż inaczej fabrykacyaby mu się nie opłacała. To też zwykle wyrób sody związany bywa z produkcją kwasu siarczanego.

Wiemy już, że przy spalaniu się siarki powstaje *kwas siarkawy* w postaci gazowej (patrz str. 16. II). Żeby go zamienić w *kwas siarczany*, musimy przyłączyć do niego jeszcze jeden atom tlenu.

Kwas siarkawy + tlen z powietrza = kwas siarczany.

---

<sup>1)</sup> Tak ważne artykuły, jak sztuczne barwniki, sztuczne środki przeciwgorączkowe (antypiryna i in.), sztuczne zapachy (wanillina, perfumy fiołkowe i in.) i t. d., są otrzymywane fabrycznie za pomocą, niekiedy bajecznie skomplikowanych, metod. Chémicy, którzy pierwsi się do odkrycia tych sposobów przy czynili, opierali się głównie na doświadczeniu, zdobytem przy fabrykacyi sody i wyprzedzili na tej drodze najsmielsze nawet marzenia swych poprzedników. Niemcy prześcignęły w tej najtrudniejszej gałęzi przemysłu chemicznego wszystkie inne kraje a przyczynę tego postaramy się wyjaśnić w wykładzie XII.

Kwas siarkawy nie jest jednakże w stanie przyłączyć tego atomu tlenu bezpośrednio z powietrza, ale łatwo pochłania go w obecności kwasu azotnego.

Proces ten odbywa się w wielkich komorach, zbudowanych z ołowiu, doświadczenie bowiem przekonało, że metal ten najlepiej się opiera gryzącym własnościom kwasu siarczanego (patrz str. 44. II). Otóż w komorach tych kwas azotny pozbywa się swego tlenu na rzecz kwasu siarkawego i zamienia go w kwas siarczany, który spływa na dno komory. Do wnętrza dopływa nieustannie powietrze i para wodna, więc kwas azotny, częściowo pozbawiony tlenu, przyciąga go chciwie z powietrza i zamienia się napowrót w normalny kwas azotny. Tym sposobem kwas azotny, wzięty do fabrykacji, prawie wcale się nie zużywa, ponieważ tylko pośrednio przyczynia się do połączenia tlenu powietrza z kwasem siarkawym. Tak się rzecz przedstawia w teorii, w technice fabrycznej jednak pewne straty kwasu są nieuniknione.

Widzimy z tego, że fabryka, produkująca sodę, oprócz kwasu siarczanego, wytwarzać musi także i kwas azotny. Ten ostatni w codziennem życiu nazywany bywa często z niemiecka szajdwaserem (od wyrazu *scheiden* — oddzielać). Pochodzi to ztąd, że kwas azotny posiada własność rozpuszczania srebra, nie narusza zaś złota; gdy więc oba te metale będą razem stopione, za pomocą scheidwasseru można je z łatwością oddzielić. Kwas azotny otrzymywany bywa przez destylowanie saletry z kwasem siarczanym, a jako najtańszy materiał surowy, używaną bywa w tym celu saletra chilijska (patrz str. 62. I). Przy wzajemnem oddziaływaniu na siebie tych ciał powstaje kwas azotny. Odpędza go się przez destylację, w kolbie zaś pozostaje siarczan sodu, ściślej wszakże, kwaśny siarczan sodu.

Nie będziemy się tu jednak zatrzymywali na bliższem wyjaśnieniu różnicy pomiędzy temi dwoma

pojęciami, odwiódłoby nas to bowiem za daleko od przedmiotu.

Aż do roku 1838 otrzymywano kwas siarczany w fabrykach sody wyłącznie z siarki. W Europie siarka w stanie swobodnym znajduje się jedynie tylko w Sycylii. W tym samym właśnie czasie król Neapolu postanowił dobywanie siarki zmonopolizować i dzierżawę monopolu oddał w ręce pewnego domu handlowego w Marsylii. Przedsiębiorcy podnieśli natychmiast cenę siarki ze 100 marek na 200 za tonnę, t. j. 1,000 kilogr. W owe czasy fabrykowano kwas siarczany prawie wyłącznie tylko w Anglii, to też Anglicy, rozporządzający siarką z kolonii, wypowiedzieli wojnę siarkową królowi Neapolu, skutkiem czego monopol wkrótce potem został cofnięty.

Sprawa ta nie pozostała bez wpływu na dalszy rozwój tego przemysłu, i przysłowie, że „potrzeba jest matką wynalazków,“ sprawdziło się tu w całej pełni. Rodzima siarka znajduje się stosunkowo w małej tylko ilości w Europie, ale zato posiadamy niewyczerpane zapasy różnych związków siarkowych, jak np. siarku żelaza, zwanego przez mineralogów *pirytem*.

Piryty zawierają około 48 procentów siarki, skutkiem czego spalają się w piecach i dają także kwas siarkawy. Ten ostatni, wprowadzony do komór ołowianych, zamienia się następnie w kwas siarczany, w piecu zaś pozostaje tlenek żelaza, z którego wytapiają żelazo metaliczne. Posiadamy też piryty, zawierające miedź, pochodzą one głównie z Hiszpanii i fabrykanci kwasu siarczanego oddają im pierwszeństwo, ponieważ przeróbka miedzi, otrzymanej z produktów, jakie po wypaleniu siarki pozostają, jest bardzo korzystna. Tym sposobem, jak widzimy, zyskują oni nowy produkt, dający się przy fabrykacji sody otrzymać poboczną drogą.

Zapotrzebowania kwasu siarczanego do różnych

celów technicznych wszędzie są wielkie, to też produkcya jego sięga olbrzymich rozmiarów. Pominąwszy bowiem sam wyrób sody, ogromne ilości kwasu zużywane bywają co roku do przeróbki fosforytów na nawozy sztuczne, oraz do fabrykacyi siarczanu amonu, który również w rolnictwie znajduje zastosowanie (patrz str. 61 I). Jedno tylko państwo niemieckie w 1891 roku wyprodukowało 627,392 tonny kwasu siarczanego po 1,000 kilogr., czyli dziennie około 175 pełnych ładunków wagonowych. Wartość tej produkcyi wynosiła około 15 milionów marek. Zużyto w tym celu 138,910 tonn niemieckich i 359,480 tonn hiszpańskich pirytów. Od tej pory produkcya ta jeszcze bardziej się podniosła.

Przy wzajemnem oddziaływaniu na siebie kwasu siarczanego i soli kuchennej, czyli chlorku sodu, powstaje siarczan sodu, który znajduje zastosowanie przy fabrykacyi sody podług *Leblanca*, oraz kwas solny.

Sól kuchenna + kwas siarczany = siarczan sodu +  
kwas solny.

Kwas solny jest ciałem gazowem, podobnie jak kwas siarkawy oraz amoniak i, również jak te, z łatwością rozpuszcza się w wodzie. Kwas solny handlowy jest właściwie tylko jego wodnym roztworem i zawiera około 33 procentów gazu. Kwas solny zlekka dymi się na powietrzu. Właściwość ta pochodzi stąd, że gaz wydobywa się z płynu, a gdy się zmiesza z wilgocią powietrza, tworzy obłok.

W czasach, kiedy fabrykację sody rozpoczęto, gaz ten dla fabrykantów był bardzo niepożądanym produktem.

Ponieważ nie umiano go jeszcze spożytkować, więc pozwalano mu uchodzić w powietrze kominem, razem z innymi gazami. Pociągało to jednak za sobą fatalny wpływ na roślinność, która w okolicach

takich fakryk uległa zniszczeniu. Taki stan rzeczy wywoływał liczne skargi ze strony poszkodowanych. Pomiędzy innymi, rzemieślnicy pewnego przedmieścia w Brukselli wystąpili ze skargą, że wskutek sąsiedztwa z fabryką wszystkie narzędzia ulegają stępieniu. Chcąc usunąć zło, jedna z fabryk wybudowała komin, wysokości 150 metrów, przewyższający zatem dwa razy zwykłą wieżę kościelną, gaz jednak, zamiast wysoko mieszać się z powietrzem, gdy czas był wilgotny, ciężkim tumanem opadał na ziemię<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Zaznaczamy tu mimochodem, że ostatecznie, te same zarzuty, które w swoim czasie czyniono fabrykom sody z powodu kwasu solnego, wydalanego w powietrze, można dziś zastosować do każdej większej fabryki, zużywającej duże ilości węgla kamiennego. Wiemy przecie, że węgiel kamienny zawiera siarkę, tak, że nawet pewna jej ilość dostaje się do mieszkań, oświetlanych gazem (patrz str. 43. I). Przy spalaniu się węgla w wielkich piecach fabrycznych wywiązuje się dość obficie kwas siarkawy, który, razem z innymi produktami palenia, uchodzi w powietrze. Nie zapobiegną temu nawet t. zw. paleniska bezdymne, nad których udoskonaleniem technicy nieustannie pracują, spalanie się bowiem najdrobniejszych cząsteczek sadzy nie zmniejszy ilości kwasu siarkawego, jaka się dostaje do atmosfery. Kwas siarkawy w powietrzu zamienia się dosyć szybko w kwas siarczany, jak się o tem doświadczalnie przekonano.

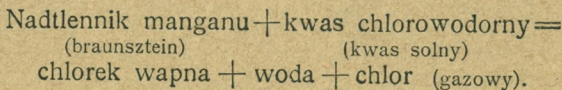
Poszukiwania, zarządzone przez władze, stwierdziły, że w milionie metrów sześciennych powietrza Londynu znajduje się 1,670 gramów kwasu siarczanego, w Manchesterze liczba ta wzrasta do 2,508 gramów, a w pobliżu fabryk kwasu siarczanego wynosi nawet 2,668 gramów. Natomiast zdaleka od miasta, na wsi, znaleziono tylko 474 gramy; tu kwas siarczany pochodził oczywiście z drobnoustrojów, zawieszonych w powietrzu, które, jako ciała białkowe, muszą zawierać siarkę (patrz str. 73. I). Jeżeli cyfry Londynu obliczymy na przeciętny pokój, posiadający 6 metrów długości, 5 szerokości i 4 wysokości, to ilość kwasu siarczanego, jaka tu się znajdować może, wynosić będzie 0,2 grama. Deszcz pochłania pary kwasu siarkawego i siarczanego i osadza je na liściach, wstrzymując ich rozwój. Tem się tłómaczy niszczący wpływ gazów fabrycznych na roślinność. W ostatnich czasach w jednym z miast na Górnym Szlaku toczył się proces sądowy o odszkodowanie strat, jakie poniósł pewien właściciel lasów wskutek gazów, wydobywających się obficie z kominów huty żelaznej, którą w pobliżu jego majątku założono.

Żeby raz na zawsze pozbyć się z tej strony kłopotów, niektórzy przedsiębiorcy wybudowali swoje fabryki na drobnych wyspach przy brzegach Anglii. Wiadomem było wprawdzie, że kwas solny rozpuszcza się w wodzie, nie wiedzano jednak, co począć z jego roztworem, którego nie można było przecież wylewać do rzek, gdyż zabijał ryby.

Gazowy kwas solny był zatem przez długi czas prawdziwą plagą fabrykantów, ale powoli okoliczności zmieniły się i to do takiego stopnia, że właśnie produkcya kwasu solnego stała się najkorzystniejszą stroną fabrykacyi sody metodą Leblanca, tak, że nawet egzystencya fabryk odtąd opierać się zaczęła nie na zyskach z wyrobu sody, lecz głównie na produkcyi kwasu solnego.

Kwas solny spożytkowują dziś głównie przy otrzymywaniu chlorku wapna, który, jak to już wiemy, w olbrzymich ilościach używany bywa w blicharstwie (patrz str. 15. II).

Chcąc gazowy kwas solny zużytkować w formie chlorku wapna, zbiera go się w wodzie. W ten sposób szkodliwy wpływ gazu na otoczenie fabryki i kłopoty, jakie z tego powodu wynikały, zostały raz na zawsze usunięte. Wodny roztwór gazu, czyli handlowy kwas solny, ogrzewa się następnie z braunsztajnem. Braunsztajn, w pojęciu chemicznem, jest to nadtlennik manganu, a kwas solny jest związkiem wodoru z tlenem, ztąd niekiedy nazywamy go kwasem chlorowodornym. Wskutek wzajemnego oddziaływania na siebie, obfitującego w tlen braunsztainu i kwasu chlorowodornego



tlen, łącząc się z wodorem, daje wodę, a chlor wydziela w stanie swobodnym. Chlor zostaje wprowa

dzony następnie do komór, wypełnionych wapnem, i w ten sposób powstaje chlorek wapna.

Mangan, znajdujący się w braunsztajnie, zamienia się przy tym procesie w chlorek manganu i przechodzi do roztworu. Chociaż braunsztajn jest materiałem bardzo tanim, w olbrzymich bowiem ilościach dobywają go z ziemi, to jednakże Weldon odkrył ciekawą ze wszech miar metodę, za pomocą której z roztworu chlorku manganu można napowrót otrzymać braunsztajn. Proces ten nazywa się regeneracją braunsztajnu.

Każda więc fabryka, produkująca sodę metodą Leblanca, wyrabia także chlorek wapna i musi się zaopatrzyć w odpowiednie urządzenie do regeneracji braunsztajnu.

Kwas solny znajduje zastosowanie także przy fabrykacji *kali chloricum* czyli chloranu potasu, oraz wielu innych soli. Poważną ilość kwasu solnego spożytkowują dziś także i inne gałęzie przemysłu.

Leblanc dla zbudowania pierwszej fabryki potrzebował znacznego kapitału, z tej strony wszakże nie napotkał wielkich trudności, gdy bowiem d'Arcet, ówczesny profesor chemii w Collège de France, uznał jego metodę za dobrą, książę Orleański, znany w czasie rewolucyi pod nazwiskiem Filipa Egalité, dostarczył mu niezbędnej sumy. Ale w 1793 r., podobnie jak wielu innych, którzy brali udział w życiu politycznym, i Filip Egalité skończył na szafocie, a fabryka razem z innymi majątkami księcia została skonfiskowana. Gdy wszakże, wskutek przedłużających się wojen republikańskich, przywóz towarów do kraju był utrudniony i zapasy potażu zaczęły się gwałtownie wyczerpywać, Rada Bezpieczeństwa Publicznego wydała dekret, mocą którego sposób fabrykacji sody (patrz str. 52. II) musiał być ujawniony. Tym sposobem upadł przywilej Leblanca.

Dopiero w 1799 r. oddano mu napowrót kierownictwo fabryki, ale brak środków nie pozwolił mu

już postawić jej na należytej stopie i wynalazca, doprowadzony do rozpacz i zwątpienia, w 1806 roku odebrał sobie życie. Tak skończył ten genialny człowiek, który nie tylko dokonał wielkiego wynalazku, lecz skierował fabrykację szkła i mydła na nowe tory, dokonał przewrotu w całej prawie ówczesnej technologii chemicznej i przez swój wynalazek powołał do życia zupełnie nowe gałęzie przemysłu. To też rząd francuski, w uznaniu zasług zmarłego, wypłacił wnukom stosowną nagrodę w imieniu narodu.

Metoda Leblanca nie poszła wprawdzie w zapomnienie, ale długi czas tułała się bez wielkiego powodzenia. Dopiero Anglicy potrafiliby z niej zrobić użytek i postavili fabrykację sody na właściwej stopie. I tu jednakże były do zwalczania pewne trudności. Aż do 1824 roku obowiązywał w Anglii podatek od soli kuchennej, wynoszący 60 marek od 100 kilogramów i dopiero, gdy tę przeszkodę udało się usunąć, przemysł zaczął się należycie rozwijać.

Żeby fabrykantów mydła przyzwycząić do używania sody, a zniechęcić do baryll (patrz str. 51. II), musiano w początkach produkt ten w Londynie rozdáwać darmo. Udało się też dokonać tego w bardzo krótkim czasie, gdyż z czystą sodą robota dawała się wykonać łatwiej, a przede wszystkim o wiele pewniej, niż z baryllą, w której zawartość sody częstym ulegała zmianom. Od tej pory powodzenie sody było już zapewnione.

W Niemczech pierwsza fabryka sody powstała w latach trzdziestych w Schönebach, nad Elbą.

W celu otrzymania sody, sól Glauberska (siarczan sodu), kreda i węgiel zostają razem stopione na masę. Z soli Glauberskiej oddziela się sól, a z kredy, która, jak wiemy, jest węglanem wapna, powstaje kwas węglany. Z połączenia sodu z kwasem węglanym tworzy się węglan sodu, który jest właśnie zwykłą sodą.

Nie będziemy tu się wdawali w bliższe wyja-



śnianie innych związków chemicznych, jakie przy tym procesie powstają, jest on bowiem dosyć zawiłany.

Z wylugowanego wodą stopu, soda przechodzi następnie do wodnego roztworu. Przez odparowywanie plyn się stęży, a gdy pozostała w nim woda nie będzie już w stanie utrzymać w rozworze sody, ta ostatnia wydzieli się z plynu w postaci krystalicznej. Produkt ten jednak nie jest czystym węglanem sodu, bo zawiera w sobie jeszcze blisko 63 procenty wody, ukrytej w kryształach. Taka woda, chemicznie związana w soli, nosi nazwę „wody krystalizacyjnej“ i znajduje się w wielu innych solach krystalicznych.

Widzimy też, że soda, gdy poleży czas jakiś na powietrzu, zmienia zupełnie swoją postać. Kryształy tracą część wody i rozpadają się na mialki proszek, gdyż tylko przy obecności wody są w stanie utrzymać swoją pierwotną formę krystaliczną. Woda jest tu więc niekiedy bezużytecznym balastem, obciążającym tylko koszta przewozowe, dlatego też fabrykanci obok soli krystalicznej wyrabiają także bezwodną, którą otrzymują przez ogrzewanie kryształów dopóty, dopóki się woda nie ulotni. Taki bezwodny produkt ma postać białego proszku i znajduje się w handlu pod nazwą *sody kalcynowanej*, a sam proces suszenia nazywa się kalcynacją.

Soda, czyli węglan sodu, nie zawiera wcale siarki, widzimy więc, że cała ilość, jaka w postaci kwasu siarczanego użyta została do przeprowadzenia soli kuchennej w siarczan sodu, ginie bezpowrotnie i jest tylko środkiem do osiągnięcia celu. Siarka ta znajduje się w odpadkach, jakie po wylugowaniu sody ze stopu pozostają.

Odpadki te bywają usuwane po za obręb fabryki i z biegiem czasu nagromadzają się tam w olbrzymich ilościach. Niektóre fabryki angielskie, położone nad morzem, nie mają ztąd żadnego kłopotu

gdyż fale zabierają je codziennie i odnoszą daleko, zato inne, nie posiadając tych warunków, wywołują słuszne skargi ze strony ludności, zamieszkującej w okolicy. Gdy odpadki te dłuższy czas poleżą na powietrzu, ulegają utlenieniu, a zmoczone następnie deszczem, wydzielają obficie siarkowodór, gaz o wstrętnym zapachu, przypominającym zgniłe jaja. Oprócz tego woda wylugowuje związki siarkowe i zatruwa wszystkie położone w pobliżu studnie i stawy.

Te i niektóre inne jeszcze przykrości, związane z fabrykacją sody, skłoniły chemików do szukania sposobów korzystnego spożytkowania odpadków, a korzystnym mogłoby być tu jedynie wydobycie napowrót ukrytej w nich siarki. Czytelnik byłby zdumiony, gdybyśmy mu wyłożyli, jaką masę inteligencji, pracy i pieniędzy poświęcono w latach czterdziestych, żeby zadanie to rozwiązać należycie.

Sposobów znaleziono kilka, niektóre nawet próbowano je stosować fabrycznie na wielką skalę, wszystkie jednak wkrótce upadły, ponieważ otrzymywana podług nich siarka kosztowała tak drogo, iż w żaden sposób nie mogła rywalizować z tanim pirytem kopalnym (siarkiem żelaza). Dopiero w końcu lat osiemdziesiątych Gossage w Anglii trafił na właściwą metodę, według której siarkę można było otrzymywać w stanie chemicznej czystości.

Nie możemy tu wchodzić w szczegółowy opis tej metody ze względu, że jest on bardzo złożony i wymaga gruntownych chemicznych i technicznych wiadomości. Żeby jednak dać czytelnikowi pojęcie o tem, jak bardzo sposób ten jest skomplikowany i jak olbrzymie ilości siarki muszą być ukryte w odpadkach, powiemy tylko, że zaprowadzenie odpowiedniego urządzenia przy fabryce kosztuje około półtora miliona marek.

Niegdyś sycylijska siarka rodzima wyłącznie tylko znajdowała zastosowanie przy fabrykacji sody, i przemysł ten od niej jedynie był zależny. Później

zaczęto ją czerpać z pirytów, a dziś, gdy możliwym jest sztuczne regenerowanie siarki z odpadków, w stanie chemicznej czystości stała się ona niebezpiecznym konkurentem dla siarki rodzimej. Ponieważ artykuł ten i w innych gałęziach przemysłu znajduje zastosowanie, więc fabrykacya sody pozyskała w siarce nowy zyskowny produkt poboczny.

Przedstawiliśmy tu w grubych zarysach fabrykacyę sody podług Leblanca oraz otrzymywanie tą drogą różnych pobocznych produktów, z których wymieniliśmy tylko najważniejsze. Zdawało się, że wielki ten przemysł, którego początek od 1824 roku rachować można, na długo ma zabezpieczone powodzenie, tymczasem w początkach ósmego lat dziesiątka nowe zdobycze naukowe mocno zachwiały jego podstawami.

Znano już od dość dawna inną, od metody Leblanca o wiele prostszą drogę przemiany soli kuchennej w sodę, umiano ją nawet bez trudności wykonać w pracowni chemicznej. Główne zarysy tego sposobu są następujące. Amoniak jest zasadą i z kwasem węglanym daje sól, zwaną węglanem amonu. Z podwójną ilością kwasu węglanego otrzymujemy dwuwęglan amonu.

Gdy wodny roztwór dwuwęglanu amonu zmieszamy z roztworem soli kuchennej (chlorku sodu), to wskutek wzajemnego oddziaływania na siebie obydwóch tych ciał w płynie powstaje osad dość trudno rozpuszczalnego w wodzie dwuwęglanu sodu, do roztworu zaś przechodzi chlorek amonu.

*dwuwęglan amonu* + *chlorek sodu* =  
(rozpuszczalny w wodzie) (rozpuszczalny w wodzie)

*dwuwęglan sodu* + *chlorek amonu*

(w wodzie rozpuszcza się z trudnością, więc wypada z płynu w postaci osadu) (łatwo rozpuszcza się w wodzie więc pozostaje w roztworze).

Zestawiając ten sposób z opisaną poprzednio metodą Leblanca, widzimy, że droga jest tu krótsza

ponieważ nie na potrzeby zamieniać kwasem siarczanym soli kuchennej w siarczan sodu i niema kłopotu z poboczną produkcją kwasu solnego (patrz str. 57. II). Sól kuchenna zamienia się tu wprost w dwuwęglan sodu, to też w teorii wydaje się ta metoda bardzo prostą.

W 1838 roku opatentowano ją po raz pierwszy. Posiadamy również wiadomość, że pomiędzy 1855 i 1857 rokiem pewna francuska fabryka produkowała „sodę amoniakalną,” którą to nazwę nadano jej dla odróżnienia od produktu, wyrabianego podług dawniejszej metody Leblanca. Musiano jednak napotkać wtedy wielkie trudności techniczne w przystosowaniu teorii do praktyki fabrycznej, skoro nową metodę prędko zarzucono i konkurowanie z sodą Leblanca uznano za niemożliwe.

Trudności te polegały głównie na wadliwym urządzeniu maszyn, skutkiem czego, osiadający z płynu dwuwęglan sodu zapychał rury, przez które wtłaczano amoniak gazowy i kwas węglany do roztworu soli kuchennej. Od czasu jednak, gdy Solvay usunął wady w urządzeniu fabrycznym, produkcja sody tą metodą prowadzona jest na wielką skalę.

Przebieg fabrykacji przedstawia się tu jak następuje.

Do rozworu soli kuchennej wtłacza się amoniak gazowy, a gdy plyn dostatecznie się nasyci, wtłaczają znów kwas węglany. W płynie powstaje dwuwęglan amonu, który w zetknięciu z solą kuchenną ulega natychmiast przemianie i wypada z roztworu w postaci dwuwęglanu sodu.

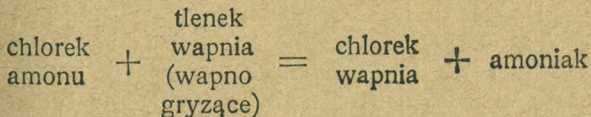
Do fabrykacji są tu zatem potrzebne: roztwór soli kuchennej, amoniak i kwas węglany. Soli kuchennej dostarczają kopalnie lub solanki (te ostatnie nawet dają sól już odrazu w roztworze); amoniak pochodzi, jak to już wiemy, z fabryk gazu oświetlające. Kwas węglany zaś czerpie się za pomocą pomp z pieców wapiennych. Mówiliśmy już na po-

raça, rozpada się w piecu na swoje części składowe: kwas węglany i wapno gryzące. Ponieważ i węgiel kamienny, użyty do opalania pieca, wydziela dużo kwasu węglanego, więc gazy pieca wapiennego szczególnie w niego obfitują. Dlatego też wszędzie w przemyśle, gdzie tylko potrzebny jest kwas węglany, czerpią go z takich pieców.

Produkt, jaki się otrzymuje podług dopiero co opisanej metody, zwanej procesem Solvay'a, jest dwuwęglanem sodu. Żeby go zamienić w sodę, czyli jednowęglan sodu, wystarczy tylko ogrzać lekko produkt, skutkiem czego jedna cząsteczka kwasu węglanego się ulatnia, w rezultacie zaś pozostaje soda, t. j. węglan wapnia.

W ługu macierzystym mamy więc chlorek amonu, z którego z łatwością można wydobyć amoniak i użyć znów do fabrykacji. W ten sposób zmniejszają się w wysokim stopniu koszta procesu Solvay'a. Amoniak jest zasadą, którą każda silniejsza zasada łatwo wypiera. Ług macierzysty gotują więc z wapnem gryżącym, które przy fabrykacji powstaje w piecach i amoniak uchodzi z płynu. Wprowadzają go naturalnie zaraz do nowej porcji roztworu soli kuchennej i w ten sposób amoniak krąży nieprzerwanie w procesie fabrycznym.

Ale skutek gotowania wapna z roztworem chlorku amonu powstaje nowy produkt poboczny, a mianowicie chlorek wapnia.



Zwracamy tu uwagę, że *chlorku wapnia* nie można brać za jedno z *chlorkiem wapna*, używanym w blicharstwie. Wyparowany z płynu chlorek wa-

pnia dotychczas nie znalazł szerszego zastosowania, to też wielkie ilości tego roztworu, pozostającego przy fabrykacji sody, spuszczone bywają do najbliższej rzeki.

Widzimy zatem, że ujemną stroną procesu Solvay'a stanowi ta okoliczność, że chloru, ukrytego w soli kuchennej nie można spożytkować, podczas gdy przy fabrykacji sody według Leblanca można go wydobyć w postaci kwasu solnego, który następnie przerobiony zostaje na bardzo cenny chlorek wapna.

Z tego powodu zarówno pierwsza, jak i druga metoda jest dzisiaj w użyciu, choć warunki fabrykacji podług Leblanca stają się coraz trudniejsze. Soda, otrzymana tą drogą, wypada znacznie drożej, niż przy zastosowaniu procesu Solvay'a, ale tam, gdzie są po temu sprzyjające warunki, produkcja kwasu solnego podtrzymuje przedsiębiorstwo. Dotąd jeszcze nie posiadamy innego sposobu otrzymywania kwasu solnego, jak tylko drogą poboczną przy wyrobieniu sody, ale wielu uczonych pracuje dziś gorliwie nad wynalezieniem metody, z pomocą której dałoby się technicznie z korzyścią spożytkować odpadki pozostające przy fabrykacji sody podług Solvay'a. Jeżeli zadanie to uda się im rozwiązać, wówczas metoda Leblanca zostanie na zawsze zarzuconą. Dotychczas wszakże poszukiwania nie dały żadnego rezultatu, ale któż zaręczy, co nam przyszłość przyniesie?

Dodać tu jeszcze musimy, co następuje: prąd elektryczny posiada zdolność rozkładania złożonych substancji na ich pojedyncze pierwiastki, jak o tem jeszcze w jednym z następnych wykładów będziemy mieli sposobność pomówić obszerniej. Koszta otrzymywania prądu za pomocą dynamo-maszyn są dziś bardzo małe, to też jest wielce prawdopodobnem, że za pomocą elektryczności można będzie fabrycznie czątku tego rozdziału, że wapniak, pod wpływem go.

wydobywać chlor wprost z chlorku sodu (soli kuchennej) lub chlorku potasu, którego w olbrzymich ilościach dostarczają kopalnie stassfurckie (patrz str. 57. I). Przy tym procesie dałyby się także otrzymać bardzo cenne produkty poboczne, a mianowicie soda gryząca lub potas gryzący. Oba te ciała, jak to już widzieliśmy, znajdują zastosowanie przy fabrykacyi papieru, a są także niezbędne i przy wyrobie mydła, o czem będziemy mówili niżej. Metoda taka została już nawet opatentowana, a szczęśliwi posiadacze przywileju są przekonani, że zdołają znacznie taniej dobywać chlor, a z nim i chlorek wapna, niż fabrykanci sody podług metody Leblanca. Jeżeli rzecz ta istotnie się sprawdzi, położenie tych ostatnich będzie do reszty zachwiane. A trzeba dodać, że próby spożytkowania elektryczności do tych celów, zarówno w Anglii, jak i w Niemczech, prowadzone są na wielką skalę i jest bardzo możliwem, że w niedługim czasie uwieńczone będą pomyślnym rezultatem.

Taki stan rzeczy niebardzo się godzi z powszechnie przyjętem pojęciem etycznym, że każda uczciwa praca znajdować powinna właściwe wynagrodzenie. Rywalizacya pomiędzy metodą Leblanca i procesem Solvay'a jest wymownym przykładem, jak nieraz jedna uczciwa praca usuwa powoli grunt z pod innej, równie uczciwej, a dzieje się to zwykle, gdy pomysł nowy i lepszy wypiera stary, mniej doskonały porządek rzeczy.

Pewna część angielskich fabryk, produkujących sodę według Leblanca, nie mogąc wytrzymać konkurencyi z sodą Solvay'a, zmuszona była zaniechać dalszej produkcyi. Pozostałe w 1890 r. złączyły się w jedno wielkie towarzystwo akcyjne z kapitałem 120 milionów marek. Cyfra ta, wzięta z jednego tylko kraju, daje nam pojęcie o zawsze jeszcze imponujących rozmiarach tego rodzaju fabrykacyi.

---

Chociaż soda znajduje bardzo szerokie zastosowanie i z wielu gałęzi przemysłu zdołała już zupełnie usunąć potaż, mimo to jednak zapotrzebowania tego ostatniego są jeszcze duże. Większą część potażu i dziś dobywają z popiołów drzewnych, ale znaczne ilości pochodzą ze stassfurckich soli potasowych (patrz str. 57. I), które, ściśle według metody Leblanca, przerabiane są na potaż. Soda, czyli węglan sodu, jak już wiemy, otrzymywana bywa z chloru sodu, t. j. soli kuchennej, którą zamienia się w siarczan sodu. Potaż, czyli węglan potasu, powstaje ze stassfurckiego siarczanu potasu, który w taki sam sposób, jak soda, zostaje przeprowadzony w węglan sodu. Otrzymanie jednak potażu połączone jest z większymi trudnościami technicznymi, niż przygotowanie sody, przeróbka zaś chloru potasu na potaż sposobem Solvay'a dotychczas wcale się nie udaje. W połowie bieżącego stulecia odkryto dwa nowe źródła dobywania potażu: melasę i pot z wełny owczej.

Melasa jest to ostatni ług macierzysty, jaki pozostaje przy fabrykacji cukru (patrz str. 90. I). Wiemy już, że dziś umieją wydobywać wszystek ukryty w niej cukier. Znaczna jednak ilość melasy przerabiana bywa drogą fermentacji na wyskok. Po odpedzeniu tego ostatniego i w tym razie pozostaje wywar (patrz str. 127. I), który jednak nie posiada żadnej wartości pożywnej, ponieważ zawiera te tylko sole, które przy wytrawianiu pokrajanych buraków w saturatorach przeszły do roztworu (patrz str. 98. I). Sole te pochodzą z ziemi uprawnej, dlatego też obfitują w związki potasowe. W celu wydobycia ich, melasę wyparowują do sucha i spopielają, poczem otrzymaną masę zwęgloną, podobnie jak i popioły drzewne, ługują wodą; po odparowaniu roztworu do sucha otrzymuje się potaż.

Prawdziwie zdumiewajacem było odkrycie, że materiałem do wydobywania potażu może być pot



z wełny owczej. Przędzalnice, które przerabiają brudną wełnę, jaka w olbrzymich ilościach przychodzi z Australii, Afryki i Ameryki Południowej, zmuszone są przedewszystkiem wełnę tę starannie wymyć. Otóż przekonano się, że w pocie owczym, jaki na wełnie pozostaje, znajduje się dużo soli potasowych, które, jako łatwo rozpuszczalne, przechodzą do wody. Wystarcza więc ściekającą przy myciu wodę odparować i pozostałość wyprażyć, żeby w rezultacie otrzymać poważne ilości potażu, zupełnie odpowiedniego do celów handlowych.

Do wyrobu mydła, o którym teraz mówić będziemy, nie można używać potażu (węglanu potasu), ani sody (węglanu sodu) bezpośrednio. Mydło bowiem otrzymuje się z tłuszczu, a obie te sole na tłuszcz nie oddziałują i za pomocą gryzącego alkali muszą być przedtem zamienione w gryzący potas lub gryzący sól.

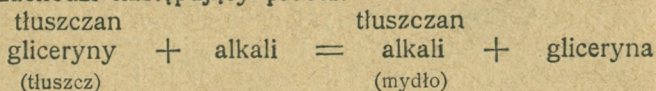
Zamiana taka może być uskuteczniiona za pomocą gryzącego wapna, którego otrzymywanie już znamy.



W tym celu wapno palone gasi się dużą ilością wody i otrzymane mleko wapienne wlewa do roztworu potasu lub sody.

W ten sposób powstaje tak zwany ług mydlarski. Tłuszcz, jak to już mówiliśmy wyżej (patrz str. 30. I), jest związkami kwasów tłuszczowych (stearynowego, oleinowego i in.) z zasadą, zwaną gliceryną, czyli, jest to tłuszczan gliceryny. Pod wpływem

ługu mydlarskiego tłuszcz ulega rozkładowi, przyczem zachodzi następujący proces:



Mydło zatem, w pojęciu chemicznem, jest tłuszczanem alkali.

Już u Pliniusza starszego znajdujemy wiadomość, że Germanowie gotowali popiół z tłuszczem i otrzymywali z tego jakąś maść, ale dopiero w drugim wieku po Chrystusie zaczęto używać mydła do utrzymania czystości; dotąd, a i wiele jeszcze lat później, służyło ono tylko za lekarstwo. Z późniejszych czasów wiemy, że około 1000 roku przemysł mydlarski kwitł już w Marsylii, dopiero w 15-tym wieku spotkał się z konkurencją ze strony mydła wyrabianego w Wenecyi. Od tej pory wyrób mydła rozpowszechnił się po całym świecie.

O chemicznych przemianach, towarzyszących powstawaniu mydła z tłuszczów, nie zdawano sobie wcale sprawy. Cały ten przemysł prowadzony był empirycznie aż do początku bieżącego stulecia, kiedy francuski chemik Chevreul pierwszy określił chemiczną istotę tłuszczów. Wówczas wyjaśniła się również tajemnica fabrykacyi mydła, a gdy obok drogiego potażu, odkryto tanią sodę, mydło stało się artykułem dostępnym dla najuboższych.

W starożytności używano do gotowania mydła jedynie tylko tłuszczów zwierzęcych i oliwy. Z rozwojem handlu zaczęto zaznajamiać się z nowymi tłuszczami i olejami, przywożonymi z innych części świata. Każdy z tych tłuszczów inaczej przerabia się na mydło, więc współzawodnictwo zmuszało mydlarzy do odkrywania coraz to nowych sposobów przyrządzania tego produktu.

W niektórych gałęziach przemysłu otrzymują tłuszcz jako produkt poboczny. W jednym z poprze-

dnich rozdziałów mówiliśmy już o spożytkowaniu kości w celu dobywania kwasu fosforowego (patrz str. 53. I). Tłuszcz, zawarty w kościach, w tym razie jest zawadą, musi więc być ztamtąd poprzednio wytrawiony. W dawniejszych czasach kości w tym celu wygotowywano, wskutek czego tłuszcz spływał na powierzchnię wody. Był to jednak sposób bardzo niedostateczny. Dziś do wytrawienia zmieszanych kości używają benzyny, która tłuszcz z łatwością rozpuszcza. Tą drogą daje się wydobyć z kości całą zawartość tłuszczu, która niekiedy sięga około 10 procentów ogólnej masy.

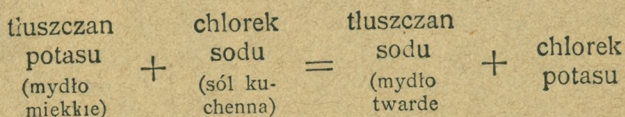
Tłuszcze zatem bywają zmydlane z pomocą potasu gryzącego lub sodu gryzącej. Różnica pomiędzy obydwojema produktami jest ta, że mydło potasowe bywa miękkie (np. szare mydło), a sodowe twarde.

W celu otrzymania zwyczajnego mydła używa się olejów tanich, jak np. tranu, oleju lnianego, konopnego i innych. Mydło otrzymuje się tu w sposób bardzo prosty. Olej gotuje się w kotle żelaznym z ługiem potasowym i po pewnym czasie powstaje jednolita, gęsta, zielonawo-żółta masa, którą znamy w handlu pod nazwą *szarego mydła*. Masa ta zatem, oprócz właściwego mydła, czyli tłuszczanu potasu, zawiera jeszcze w sobie glicerynę, uwolnioną z tłuszczu, oraz wodę, pozostałą z ługu potasowego, wskutek czego nie wysycha na powietrzu i pozostaje zawsze miękką. Mydło takie może być „napelniane“, t. j. można do niego dodawać różnych substancji obojętnych i pozór mydła nic na tem nie ucierpi. Tak np. dla otrzymania t. z. *mydła pełnego* dolewają obficie do masy szkła wodnego; jest to krzemian sodu, o czem się w dalszym ciągu dowiemy. W tym samym celu używa się także roztworu siarczanu potasu i in. Naturalnie, że wszystkie te dodatki bynajmniej nie mają na celu zwiększenia właściwości oczyszczających mydła; ponieważ są one zna-

cznie tańsze od samego produktu, więc służą jedynie do zwiększenia ogólnej masy. Tym sposobem publiczność może otrzymywać takie „mydło napelnione” za bardzo niską cenę.

Ponieważ przed odkryciem sztucznej sody do wyrobu mydła trzeba było używać gryzącego potasu, dobywanego z potażu, więc tą drogą otrzymywano jedynie mydło miękkie. Ale już dość dawno zauważono, że gdy do wrzącego kleju mydlanego dodać soli kuchennej, to cała masa natychmiast zmieni swój pozór. Wskutek takiego *wysalania*, na dnie kotła wydziela się plyn, zwany *lugiem spodnim*, który dolnym otworem się wypuszcza, a cała zawartość kotła, pozbawiona wody, zamienia się w dosyć ścisłą masę. Po ostudzeniu mydło twardnieje zupełnie. Nawet najdoświadczeńsi mydlarze w zeszłych wiekach nie umieli zdać sobie sprawy z tej, na pozór tak dziwnej, własności soli przy zestalaniu mydła.

Cały ten proces polega na tem, że sól kuchenna czyli chlorek sodu oddziaływa na mydło czyli tłuszczan potasu w taki sposób, że następuje podwójna zamiana związków i powstaje chlorek potasu oraz tłuszczan sodu.



Tłuszczan sodu nie jest w stanie zatrzymać wody, pozostałej z lugu i wydziela ją na dnie kotła, woda zaś zabiera z sobą chlorek potasu oraz glicerynę, jaka powstaje przy zmydłaniu tłuszczu. Gdy jednorazowe wysolenie nie wystarczy, żeby mydło zamienić w twardą masę, to operację tę powtarza się kilkakrotnie. W ten sposób z kleju mydlanego powstaje w końcu twarde *toaletowe mydło*. Ponieważ nawet przy kilkakrotnem wysalaniu kleju, cała ilość

mydła potasowego nie daje się usunąć, więc część jego pozostaje w mydle toaletowym i nadaje mu pewną przyjemną miękkość. Twarde, wysolone mydło nazywa się także *mydłem ziarnowem*. Postępując według wskazanej metody, ze 100 części łoju otrzymuje się 160 części mydła ziarnowego.

Dzisiaj mydło sodowe otrzymywane bywa przeważnie wprost, przez gotowanie tłuszczu z ługiem sodowym, który z łatwością otrzymany być może z sody. W ten sposób powstaje odrazu mydło twarde i wysalanie jest już zbyteczne. Sodowe mydło daje się również „napęlniać,” podobnie jak i potasowe. Gdy klej, otrzymany po zmydleniu tłuszczu, gotować jeszcze czas jakiś z wodą, to po ostudzeniu masa się zestala, mydło przybiera wodę i na dnie kotła ług się nie wydziela. Taki produkt nosi nazwę *mydła szlifowanego* i zawiera około 50 procentów wody.

Mydła sodowe, mocno napęlnione wodą, dają się otrzymywać jedynie tylko z *oleju kokosowego*.

W okolicach podzwrotnikowych, obsitujących w palmy kokosowe, z owoców dobywają białe ziarna, suszą je na powietrzu i pod nazwą „Coprah” wysyłają do Europy. Tu z produktu tego wytłaczają około 68% (na wagę) tłuszczu. Ten ostatni stapia się przy 21°, czyli, że przy zwykłej temperaturze jest dosyć ścisły i dlatego bywa niekiedy nazywany *masłem kokosowem*.

Był czas, kiedy próbowano z masła kokosowego otrzymać produkt, zastępujący masło krowie. W tym celu przez stopiony tłuszcz przepuszczano gorącą parę dla wydalenia części lotnych, a małą ilość ukrytych w tłuszczu wolnych kwasów tłuszczowych zobojętniano przez dodanie zasadowej substancji, a mianowicie magnezyi palonej. Ale surogat ten nie przypadł jakoś konsumentom do smaku i wkrótce produkcji zaniechano.

Do wyrobu mydła nie biorą jednak samego ole-

ju kokosowego, ponieważ posiada on właściwy sobie, a niezbyt przyjemny, zapach. Na jedną część oleju kokosowego mydlarze dodają zwykle dwie części *oleju palmowego* oraz nieco łożu.

Olej palmowy jest to tłuszcz roślinny, pochodzący z niektórych rodzajów palm, rosnących na zachodnich brzegach Afryki i w Ameryce Środkowej. Znajduje się on zarówno w miąższu owoców, jak i w pestkach. Z miąższu tuziemcy sami wygotowują olej, pestki zaś wysyłają do Europy, gdzie wytłaczają z nich jeszcze około 40% oleju. Pozostające przy tem wytloki stanowią wyborny karm dla krów (patrz str. 71. I).

Olej kokosowy nadzwyczaj łatwo daje się zmydlać i zachowuje tę własność także w połączeniu z innymi tłuszczami. Gdy zostanie ogrzany do 40° Celsjusza i starannie wymieszany z ługiem sodowym oraz pewnym dodatkiem sody, to zmydlenie następuje bardzo szybko i po ostudzeniu cała masa zestala się w jedną twardą bryłę. Mydło pochłania wszystką wodę z ługu sodowego i tym sposobem ze 100 części mieszaniny tłuszczowej powstaje 300 do 600 części mydła, czyli dwa do czterech razy więcej, niż przy otrzymywaniu mydła ziarnowego z łożu.

Wspomnieć tu jeszcze musimy o tak zwanem *mydle żywiczno-łożowem*, które znajduje dosyć szerokie zastosowanie. Mydło, otrzymane z samej żywicy (a właściwie kalafonii) przez gotowanie z ługiem gryzącym, nie bywa używane w życiu codziennem z tego głównie względu, że jest zbyt liche. Używają go za to z powodzeniem w papiernictwie do klejenia masy papierowej (patrz str. 38. II). Gdy jednak przy warzeniu mydła z łożu i oleju palmowego do wrzącego kleju mydlanego dodać na wagę połowę żywicy, to powstanie produkt bardzo dobry i znajdujący szeroki pokup dla swej tanioci.

Wiemy już tedy, że przy gotowaniu tłuszczu lub oleju z ługiem sodowym, albo potasowym, po-

wstają mydła. Istnieją wszelako i inne jeszcze alkalia, których część mieliśmy już sposobność poznać bliżej. Alkalia te, czyli zasady, w połączeniu z kwasami tłuszczowymi powinnyby również dawać podobne mydła.

Przedewszystkiem nasuwa się tu na myśl jedno z najsilniejszych ciał zasadowych, a mianowicie wapno gaszone. W rzeczywistości, zgodnie z teorią, tworzy się *tłuszczan wapnia*, produkt ten jednak ogromnie się różni od zwykłego mydła, ponieważ zupełnie nie rozpuszcza się w wodzie. Woda, zawierająca mydło wapienne, nie może być uważana za wodę mydlaną, ponieważ nie pieni się zupełnie.

W dodatku, ów tłuszczan wapnia w życiu codziennem bywa niekiedy zawadą. Ponieważ jest on zupełnie nierozpuszczalny w wodzie, więc w chwili swego powstawania wydziela się natychmiast z płynu w postaci osadu. Gdy nieco mydła, a więc tłuszczanu sodu, lub tłuszczanu potasu, rozpuścimy w wodzie studziennej, to powstanie natychmiast pewna ilość tłuszczanu wapnia, ponieważ każda woda, z wyjątkiem destylowanej, zawiera mniej lub więcej soli wapiennych. Tym sposobem część kwasów tłuszczowych, które w zetknięciu z wapnem wiążą się z niem natychmiast, jest stracona dla właściwego celu.

Im więcej woda zawiera wapna, tem więcej powstaje tłuszczanu wapnia, czyli tem większą bywa strata mydła. Woda wtedy dopiero staje się zdatną do prania, gdy zacznie się pieniść, piana zaś występuje wtedy dopiero, gdy cała ilość wapna będzie stracona.

Ztąd też w życiu codziennem bywa mowa o *miękkiej* lub *twardej wodzie*. Miękka woda, jak np. rzeczna, jest bardzo uboga w sole wapienne i pieni się już od dodania bardzo małej ilości mydła. Natomiast woda źródłana albo studzienna zazwyczaj obfi-

tuje w wapno i trzeba nieraz zużyć znaczną ilość mydła, żeby ją uczynić godną do prania.

Połączenia kwasów tłuszczowych z wapnem nie mają zatem żadnego praktycznego znaczenia. Natomiast, przy gotowaniu tłuszczów z tlenkiem ołowiu w miejsce ługu, powstaje produkt, który nazywamy *plastrem*. Ten ostatni jest więc *mydłem ołowianem*, (lub *tłuszczanem ołowiu*), twardszem i bardziej ciągliwym niż maść i używa się do celów lekarskich.

W praktyce znajduje zastosowanie zarówno czysty plaster ołowiany, jak i mieszanina jego z innymi substancjami. Tak np. *plaster lepki* jest rozsmarowaną na płótnie mieszaniną, składającą się z 500 części stopionego mydła ołowianego, 50 części wosku, 50 części stopionej żywicy damarowej i kalafonii, oraz 5 części terpentyny.

Tak zwany *angielski plasterek* otrzymywany bywa nieco inaczej. Rozpiętą w ramkach tkaninę jedwabną pociągają roztworem najlepszego kleju w rozcieńczonym wyskoku dopóty, aż zwilżona tkanina przylepiać się będzie z łatwością do ręki. Dla nadania plasterowi delikatnego zapachu dodają zazwyczaj nieco żywicy bźdzwinowej lub tym podobnych substancji.

---



## Wykład X

---

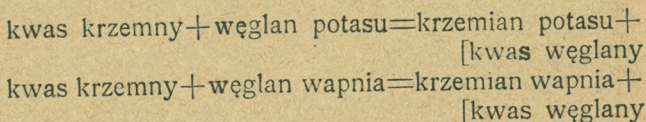
Szkoło.—Zwierciadła.—Szkoło potasowe.—Szkoło sodowe.—Stras.—Szkoło rubinowe.—Szkoło mleczne.—Głina.—Głina ceglarska.—Cegła.—Zaprawa wapienna.—Cement — Polewa.—Wyroby garncarskie.—Wyroby kamienne.—Majolika — Porcelana.—Fotografia.—Kamień piekielny.—Chlorek, bromek i jodek srebra.—Dagerotypia.—Wywoływanie kliszy — Talbotypia.—Sposób albuminowy.—Sposób kolodyonowy drogą mokrą — Suche klisze, pokryte emulcją z bromku srebra.—Platynotypia.—Fotografia widma słonecznego.—Czerwone światło — Retuszowanie — Klisze, wrażliwe na barwy.—Fotografia kolorowa.—Sposób chromowo-żelatynowy.—Druk kolorowy.

Kiedy była mowa o fabrykacyi mydła, wspominaliśmy o *szkle wodnem* czyli *krzemianie sodu*, który jest ciałem łatwo rozpuszczalnem w wodzie i używa się do „napelniania” mydła. Sól ta, podobnie jak i analogiczny jej krzemian potasu, są jedynymi związkami kwasu krzemnego, rozpuszczającymi się w wodzie. I one jednak tracą tę własność, gdy zostaną stopione z innymi solami kwasu krzemnego.

I tak np., jeżeli kwas krzemny stopiony zostanie w tyglu z potasem gryzącym i wapnem, to otrzymany stop będzie niejako mieszaniną krzemianu potasu i krzemianu wapnia i w tej postaci już się nie rozpuści w wodzie. Jeżeli przytem produkt ten będzie przygotowany według pewnych określonych pra-

widel i otrzyma tę lub ową, do użytku dogodną formę, to będziemy mieć przed sobą *szkło*.

Już od najdawniejszych czasów otrzymywano szkło przez stapianie piasku (kwasu krzemnego) z potażem czyli węglanem potasu, oraz kredą czyli węglanem wapnia. W wysokiej ciepłocie pieca szklarskiego kwas krzemny, jako silniejszy (w pojęciu chemicznym), wypiera kwas węglany z obydwóch związków, a gdy ten ostatni w postaci gazowej ulotni się zupełnie, stopiona masa składać się będzie z mieszaniny krzemianu potasu i krzemianu wapnia i po ostudzeniu da szkło.



Ponieważ sole kwasu krzemnego nazywają się powszechnie *krzemianami*, szkło zatem jest stopioną mieszaniną krzemianów.

Podobne określenie daje nam prawo przypuszczać, że szkło otrzymać można nie tylko z kwasu krzemnego, potażu i kredy. Tak też jest w istocie i, przy wyrobie różnych gatunków szkła, to jedną, to drugą część składową zamieniają przez inny kwas, albo inną zasadę, stosownie do tego, jakie szkło zamierzają otrzymać. Z materiałami tymi wkrótce zapoznamy się bliżej.

Do stopienia na masę materiałów, przeznaczonych do wyrobu szkła, potrzeba koniecznie bardzo wysokiej temperatury. Już ta jedna okoliczność wystarczy, żeby opowieść Pliniusza o przypadkowym odkryciu szkła odnieść do rzędu bajek. Według tego autora, fenicy kuźcy rozpalili ogień pod kotłem, ustawionym na bryłach sody<sup>1)</sup>. Od gorąca, soda stopiła

<sup>1)</sup> Tak przełożyli tłumacze, pewnem jest wszakże, że Pliniusz nie mógł jeszcze znać tego, co my dziś sodą nazywamy.

się, zmieszała z piaskiem, czyli kwasem krzemnym ziemi, oraz innymi substancjami i w rezultacie miało utworzyć się szkło. Ale do stopienia szkła taki ogień, o jakim mówi Pliniusz, jest niedostateczny. Że jednak ludy starożytne знаły szkło, o tem najlepiej nas przekonywają wykopaliska. Niema w tem też nic dziwnego, umiając bowiem wytapiać metale, musieli oni z konieczności już znać sposoby otrzymywania wysokich temperatur.

W starożytności szkło było bardzo drogiem. W wiekach średnich najgłośniejsze fabryki znajdowały się w Murano blisko Wenecyi; później przemysł ten upadł był zupełnie, w ostatnich wszakże czasach rozwinął się nanowo. Dziś szkło wyrabiane bywa we wszystkich krajach, gdzie płaca robotnika nie jest zbyt wysoka.

Przyzwyczailiśmy się już zupełnie do szyb w oknach i nie posiadamy innego materiału, któryby je mógł zastąpić. Dawnymi jednak czasy, kiedy szkło było bardzo drogie, musiano się obywać bez szyb, które dopiero w późniejszych wiekach powoli weszły w użycie. W żadnym ze starożytnych domów greckich lub rzymskich nie znajdujemy szkieł w oknach, podobnie, jak nie było ich w pałacach Karola Wielkiego ani Wilhelma Zwycięzcy. W dziesiątym wieku zaczęto szyby wprowadzać po kościołach, a dopiero w czternastym dostały się one do domów bogaczy.

Dużo też upłynęło czasu, zanim szkło zdołało wyrugować z użycia naolejony papier, pęcherze lub zasłony drewniane. Tem się też prawdopodobnie tłumaczy okoliczność, że poeci niemieccy z początku wieków średnich z takim zapamiętaniem witali pojawianie się wiosny, która uwalniała ludzi od konieczności spędzania długich zimowych miesięcy w mieszkaniach nawpół ciemnych, zaledwie słabo oświetlanych kopcem smolnem łuczywem.

Do wyrobu szkła potrzeba przedewszystkiem

*kwasy krzemnego*; używają więc w tym celu albo piasku, który składa się przeważnie z kwasu krzemnego, albo też *kwarcu*, który jest również kwasem krzemnym, lecz w stanie krystalicznym. Im czystsze będą te materiały, tem lepsze będzie szkło, z nich wyrobione. Szczególniej zaś niepożądaną jest obecność w piasku *żelaza*, które przy stapianiu tworzy krzemian żelaza. Produkt ten posiada ciemny kolor i zabarwia całą masę; może być ona wtedy użyta tylko do wyrobów tanich, jak np. butelek do wina.

Dawniej i szyby do okien miały zielonawy odcień, ponieważ piasek, który żelaza wcale nie zawiera, jest dość rzadkim w naturze. Dziś wszakże, przy ulepszonych warunkach komunikacji, dobry piasek sprowadzany bywa do fabryk szkła niekiedy z bardzo nawet odległych okolic.

W pewnych, dość rzadkich zresztą przy wyrobie szkła wypadkach, część kwasu krzemnego zastępują znacznie droższym *kwasem bornym*, który produktowi nadaje piękny połysk. Takie szkło znajduje zwykle zastosowanie do celów optycznych.

Szkło zwyczajne musi zawierać koniecznie potas albo sól, a że w dawniejszych czasach technika rozporządzała jedynie tylko potasem w postaci potażu, wyrabiano zatem tylko szkło potasowe. Z tego powodu dawniejsze huty szklane budowano najczęściej wpośród lasów. Lasy dostarczały materiału opałowego dla pieców szklarskich, a z pozostałych po spaleniu popiołów wytrawiano na miejscu niezbędny do fabrykacji potaż (patrz str. 50. II).

Z biegiem czasu soda zaczęła zastępować potaż, a wkrótce potem przekonano się także, że zamiast sody, do wyrobu szkła z powodzeniem można używać jeszcze tańszego materiału, a mianowicie *siarczanu sodu*. Wiemy już, że podług metody Leblanca soda otrzymuje się z soli kuchennej, którą najpierw zamieniają w siarczan sodu, a dopiero następnie przerabiają na sodę. Otóż do wyrobu szkła

można używać wprost siarczanu sodu, nie podając go dalszej przeróbce, lecz tylko mieszając z węglem <sup>1)</sup>. W ten sposób z siarczanu sodu i piasku powstaje krzemian sodu.

Węglan wapnia używany bywa zwykle do fabrykacji pod postacią *kredey*, w tej bowiem formie łatwo znaleźć produkt, nie zawierający wcale żelaza, a więc taki, który uważać można za chemicznie czysty węglan wapnia.

Zamiast wapna, jak to już zaznaczyliśmy wyżej, można używać i innych ciał zasadowych, z pomiędzy których najczęściej znajduje zastosowanie *tlenek ołowiu*. Huty przerabiają także stare szkło i w tym celu nabywają w wielkich ilościach skorupy szklane, które przetapiają następnie w piecach.

Po starannem wymieszaniu surowych materiałów za pomocą odpowiednich maszyn, zsypują je do tak zwanych tygli, czyli wanien szklarskich, umieszczonych w piecach i stapiają. Piece urządzone są w taki sposób, żeby przy zużyciu jak najmniejszej ilości materiału opałowego otrzymać jak najwyższą temperaturę. W tym celu paleniska budują według specjalnego systemu, z tak zwanymi „regeneratorami.“

---

<sup>1)</sup> Proces, jaki w danym razie ma miejsce, daje się wytłómaczyć w następujący sposób: Pod wpływem wysokiej ciepłoty pieca szklarskiego węgiel zaczyna oddziaływać na mieszaninę piasku i siarczanu sodu w taki sposób, że z częścią tlenu, ukrytego w siarczanie sodu, tworzy gazowy tlenek węgla i w tej postaci uchodzi na zewnątrz. Kwas siarczany, zawarty w siarczanie sodu, straciwszy atom tlenu, zamienia się w kwas siarkawy, tak, że zamiast siarczanu sodu, mamy teraz w mieszaninie siarkon sodu. Przy stapianiu w piecu siarkonu sodu z piaskiem, kwas krzemny łączy się z sodem i wypiera kwas siarkawy, a że ten ostatni jest ciałem gazowym, zatem również uchodzi w powietrze ze stopionej masy. Chociaż więc do fabrykacji używa się siarczanu sodu, to jednak gotowe szkło siarki wcale nie zawiera.

Z systemem tym będziemy mieli jeszcze sposobność zapoznania się niżej, gdy będzie mowa o metalurgii żelaza.

Gdy masa się stopi, robotnik zanurza w tygiel długi cybuch i nabiera pewną ilość szkła, któremu przez wydymanie nadaje najrozmaitsze kształty. Zazwyczaj, gdy kształt ma być więcej skomplikowany, pomaga mu w tej robocie drugi robotnik. Cybuch, czyli rura metalowa, używana do wydymania, zaopatrzony jest pośrodku w długi drewniany rękaw, który rękę robotnika chroni od poparzenia na wypadek, gdyby rura zbyt się rozgrzała w czasie roboty. Zwyczajne butelki wyrabiane są dziś także za pomocą form. Gorący wykończony towar dostaje się następnie do pieców chłodnych, w których pozostaje przez dni kilka i powoli się ochładza, zbyt bowiem raptownie oziębione szkło jest kruche i nie nadaje się do użytku. Dodać tu jeszcze winniśmy, że i szyby do okien otrzymywane bywają także przez wydymanie. Robotnik wydmuchuje najpierw cylinder możliwie największej długości, a następnie rozcina go wzdłuż nożycami. Ponieważ rozgrzane szkło jest miękkie, daje się więc z łatwością rozwinąć w tafle. Tafle umieszcza się wtedy w piecu chłodzącym, z kądem już towar wychodzi w postaci gotowej szyby.

Bardzo ważnym odkryciem, dokonaniem w XVIII wieku, było odlewanie szkła. Roztopioną masę szklaną wylewa się na wielkie stoły metalowe o nieco podniesionych brzegach. Po ostudzeniu płytę szlifują i w ten sposób powstają te wielkie szyby lustrzane, które widzimy w oknach magazynów. Ponieważ tafiom takim można nadawać dowolną grubość, więc w podobny sposób wyrabiane są również grube płyty, używane do wykładania podłogi w celu oświetlenia dolnych pięter. Takie płyty, oczywiście, nie potrzebują być szlifowane.

Płyt szlifowanych używają również do wyrobu luster, które dawno już wyrugowały z użycia zwier-

ciadła metalowe. Dopóki nie znano szklanych zwierciadeł, posługiwano się gładko odpolerowanymi blachami ze srebra lub też aliażu, złożonego z dwóch części miedzi i jednej części ołowiu. Takie zwierciadła pozostawiały wiele do życzenia, ponieważ metale łatwo na powietrzu podlegają zmianie. Tak np. srebro bardzo łatwo czernieje pod wpływem drobnych ilości gazu siarkowodorowego, jaki znajdować się może w powietrzu.

Zupełnie natomiast inaczej ma się rzecz ze zwierciadłami szklanymi, których odbijająca powierzchnia zabezpieczona jest od zewnętrznych wpływów grubą warstwą szkła. Aby zrobić lustro, na wypolerowaną tafłę nakłada się cienki arkusz cyny, czyli t. zw. cynfolii i oblewa go rtęcią. Rtęć rozpuszcza cynę i tworzy z nią *amalgamat*, który bardzo silnie przywiera do szkła i daje piękną lustrzaną powierzchnię. Przy ostrożnem stopniowem pochylaniu tafli, którą początkowo ustawiają zupełnie poziomo, nadmiar użytej rtęci ścieka powoli, robota ta jednak wymaga około 4 tygodni czasu, poczem lustro jest już zupełnie gotowe.

Powyższy sposób fabrykacji daje wyborne lustro, posiada jednak pewną bardzo ujemną stronę, a mianowicie oddziaływa szkodliwie na zdrowie robotników, którzy w ciągu pracy wystawieni są na trujące działanie par rtęciowych. Rtęć bowiem, podobnie jak i woda, tylko w znacznie słabszym stopniu, paruje przy zwykłej ciepłocie pokojowej.

Oprócz opisanego wyżej sposobu fabrykacji lusterek, których powierzchnia odbijająca przygotowana jest z amalgamatu cyny, chemicy oddawna już znali inną metodę, polegającą na pokrywaniu szkła srebrem, zamiast rtęcią. Sposób ten po raz pierwszy znaleźli fabryczne zastosowanie w Anglii.

Nie możemy tu wdawać się w drobiazgowy tłumaczenie złożonych chemicznych procesów, z jakimi połączona jest tego rodzaju fabrykacja, powie-

my tylko, że możliwym jest przygotowanie takich roztworów, z których metaliczne srebro łatwo się wydziela od dodania pewnych określonych substancyj. Przy odpowiednio uczynionym doborze chemikali, srebro wydzieli się z płynu nie raptownie w postaci proszku, lecz osiądzie powoli na ściankach naczynia w postaci pięknego lustrzanego nalotu. Chcąc tą samą drogą posrebrzyć jedną stronę tafli szklanej, należy połączyć ją odpowiednio przygotowanym płynem, a po upływie pewnego czasu zwierciadło jest gotowe. Ponieważ srebro jest najbielszym ze wszystkich metali, więc lustro srebrne jaśniejsze są od rtęciowych. Fabrykacya ich nie przedstawia żadnego niebezpieczeństwa dla zdrowia robotników, ponieważ srebro nie wydziela trujących par, przytem zastosowanie srebra nie powiększa zbytńo ceny zwierciadeł. Na jednym metrze kwadratowym powierzchni lustra osadza się około  $2\frac{1}{2}$  grama srebra, co może przedstawiać dziś wartość około 12 kopiejek.

*Szkoło potasowe* uważane jest powszechnie za trudniej topliwe od *sodowego*, dlatego też różne naczynia i przyrządy dla chemików i fizyków wykonywane bywają zwykle ze szkła potasowego. W ostatnich czasach, dzięki gruntownemu poznaniu fizycznych i chemicznych własności szkła, udoskonalono w wysokim stopniu wyrób naczyń szklanych, używanych w pracowniach chemicznych.

Naczynia chemiczne muszą być przygotowane ze szkła bardzo cienkiego, żeby się dawały szybko i równomiernie ogrzewać. W rękach doświadczonego chemika, posiadającego wprawę w obchodzeniu się z delikatnem szkłem, naczynia takie są trwałe i stosunkowo dosyć rzadko ulegają stłuczeniu. Gdy dawniej ogrzewanie szklanych naczyń trzeba było prowadzić z nadzwyczajną ostrożnością, dziś postęp w tym kierunku posunięty został tak daleko, że w naczyniach chemicznych można bezpiecznie ogrzewać jakiś płyn od 180—200°, a następnie zanurzyć



je w zimną wodę, bez najmniejszej obawy, żeby naczynie przy tem miało pęknąć. O podobnych rezultatach w przemyśle szklarskim jeszcze przed kilku laty trudno było nawet myśleć.

Szko łatwo topliwe otrzymuje się przez zastąpienie pewnej części wapna tlenkiem ołowiu. Takie szkło daje się z łatwością przerabiać: za pomocą prasowania można otrzymywać najrozmaitszego kształtu talerze, półmiski, podstawki i inne t. p. przedmioty codziennego użytku. Oczywiście, naczynia prasowane nie posiadają takich pięknych równych brzegów, jak przedmioty szlifowane, ale zato cena ich jest znacznie dostępniejsza wskutek wysokich kosztów, jakie pociąga za sobą szlifowanie szkła.

Jeżeli przy wyrobie szkła pominiemy zupełnie wapno i masę stopimy tylko z kwasu krzemnego, potażu i tlenku ołowiu, to otrzymamy podwójny związek krzemianu potasu i ołowiu, zwany technicznie *sztrasem*. Masa ta posiada tak piękny połysk, że używają jej do naśladowania drogich kamieni. Takie kamienie, starannie oszlifowane i wypolerowane, trudno z pozoru odróżnić od prawdziwych. Różnica polega tylko na tem, że sztuczne kamienie przy częstem używaniu, wskutek tego, że przygotowane są ze szkła miękkiego, łatwo się rysują na powierzchni i tracą swój blask, podczas gdy prawdziwe drogie kamienie zachowują go przez całe wieki. Dla nadania różnym odmianom sztucznych kamieni właściwych kolorów, sztras bywa odpowiednio zabarwiany. Farbowanie szkła uskutecznia się przez dodawanie do roztopionej masy odpowiednich substancji i tak np., od dodania kobaltu (patrz str. 30. II) szkło nabiera błękitnej barwy. Najpiękniejszym jest t. zw. *szkło rubinowe*, które otrzymywane bywa przez dodanie do masy pewnego przetworu złota, zwanego „purpurą Kassjusza.“ Takie szkło posiada niezwykle piękna barwę i używa się tylko do wyrobu kosztownych serwisów i t. p. przedmiotów. Ilość złota, niezbędna

do zafarbowania szkła na rubinowy kolor, jest zresztą bardzo niewielka.

Wspomnieć nam jeszcze wypada o *szkle mlecznem*, które otrzymują przez dodanie do masy fosforanu wapnia, lub, co na jedno wychodzi, popiołów z kości (patrz str. 54. I). Pod wpływem gorąca w tyglu powstaje przejrzysta masa, którą przerabiają w taki sam sposób, jak każde inne szkło. Dopiero przy ochładzaniu fosforan wapnia wydziela się ze stopu i nadaje szklanemu przedmiotowi pożądaną nieprzejrzystość. Ten sam skutek osiągnąć można również i z innymi substancjami, jak np. z *kryolitem*, minerałem, spotykanym w Grenlandyi. Kryolit w pojęciu chemicznym jest połączeniem glinki z sodem i fluorem i nie zawiera wcale żelaza. Szkło mleczne kryolitowe znajduje zastosowanie głównie przy wyrobie kloszów do lamp, ponieważ nie widać przez nie płomienia, tymczasem szkła mleczne, przygotowane w inny sposób, mają tę wadę, że płomień prześwieca przez nie czerwonym światłem.

---

Przejdźmy teraz do wyrobów glinianych.

W przyrodzie znajdujemy w różnych miejscowościach takie gatunki ziemi, które przy rozrabianiu wodą dają plastyczną masę, poddającą się w palcach zgniataniu i formowaniu. Jest to glina, która, stosownie do zawartych w niej domieszek, ma odpowiednią nazwę i właściwe przeznaczenie.

Najczęściej daje się spotykać *glina ceglarska*, zawierająca sporo piasku i od tlenku żelaza zabarwiona na żółto-brunatny kolor. Ulepione z gliny tej podłużne, prostokątne bryły dają cegłę. Ale cegła musi być jeszcze wypalona, wysuszona bowiem na powietrzu jest nietrwała i łatwo rozmięka już na pierwszym deszczu. Pomimo to jednak i taka niewypalona cegła bywa niekiedy używana do zapełniania szpar pomiędzy ścianami budynków.

Prawdziwą cegłę, zdatną do budowy, otrzymuje się przez wypalanie w piecach. Dawnymi czasy wypalanie odbywało się w taki sposób, że cegłę układano w kopce, przekładając drzewem, torfem albo węglem kamiennym i zwierzchu obrzucano warstwą gliny.

Od rozpalonego materiału opałowego rozwija się wewnątrz kopca wysoka temperatura, skutkiem czego cegła zostaje wypalona. Proces ten ma głównie na celu skamienienie gliny: łatwo topliwe części gliny pod wpływem gorąca stapiają się i zlepiają niejako z sobą nietopliwe części cegły. W ten sposób po wypaleniu powstaje cegła, twardością zbliżona do kamienia. Żelazo, ukryte w glinie, od gorąca przechodzi w czerwony tlenek żelaza, który nadaje cegle właściwy jej kolor.

W dzisiejszych czasach wypalanie cegły dokonuje się przeważnie w piecach, zbudowanych w kształcie pierścienia; piece takie dają możliwość daleko korzystniejszego wyzyskania paliwa, niż to było możliwe w dawniejszych warunkach.

W związku z cegłą powiemy jeszcze kilka słów o *zaprawie wapiennej*, ponieważ w dalszym ciągu naszych wykładów nie nadarzy się nam sposobność mówienia o tym przedmiocie. Zaprawa wapienna, używana przez mularzy przy wznoszeniu budowli, jest mieszaniną wapna gaszonego i piasku.

Wapno, wypalane w piecu w postaci kamieni wapiennych, rozpada się, jak to już wiemy (patrz str. 49. II), na swoje części składowe, a mianowicie: na wapno gryzące i kwas węglany. Wapno palone jest równie prawie twarde, jak i surowy kamień wapienny, ale w zetknięciu z wodą zmienia się natychmiast i rozsypuje na proszek. Produkt taki nosi nazwę *wapna gaszonego*, daje się łatwo rozrabiać z wodą na gęstwą, która, zmieszana z piaskiem, tworzy właściwą zaprawę wapienną.

Warstwa zaprawy, ułożona pomiędzy ceglami,

twardnieje powoli, ponieważ wapno, łącząc się z kwasem węglanym powietrza, tworzy węglan wapnia. Dla przyspieszenia tego procesu w nowowznoszonych budowlach ustawiają piecyki z rozpalonym kokssem, wydzielające znaczną ilość kwasu węglanego. W ciągu szeregu lat zaprawa ulega jeszcze innej, zresztą znacznie powolniejszej zmianie: piasek, składający się z kwasu krzemnego, łączy się z wapnem i daje krzemian wapnia, który odznacza się nadzwyczajną twardością. Tem się też tłumaczy niezwykła trwałość starożytnych murów. Nie ludzie ówcześni wznosili mocne gmachy, lecz czas je uczynił takimi, że mogły przetrwać wieki.

Zaprawa wapienna twardnieje tylko na powietrzu, dlatego też nie można używać jej do budowli, wznoszonych pod wodą, woda bowiem nie zawiera kwasu węglanego, który jest niezbędny do stwardnienia zaprawy.

Jeżeli surowy materiał, poddany wypalaniu, zawiera pewne domieszki, a mianowicie: piasek i glinę, to taki produkt po wypaleniu da zaprawę, która twardeć będzie i pod wodą. Taka zaprawa nosi nazwę *cementu*. Starożytni umieli już go przygotowywać, zauważywszy, zapewne przypadkiem, że kamienie wapienne, zawierające dużo glinki, nadają się do wypalania takiego właśnie cementu. W dzisiejszych czasach, gdy zapotrzebowanie cementu dosięgło olbrzymich rozmiarów, produkt ten otrzymują w ten sposób, że do kamieni wapiennych przed wypalaniem dodają stosowną ilość gliny i innych t. p. substancji. Tym sposobem, niezależnie od pokładów naturalnego wapniaka, zawierającego glinę, można otrzymywać dowolne ilości cementu z mieszaniny, przyrządzonej sztucznie.

Zasadniczą częścią składową każdej gliny, z punktu widzenia chemicznego, jest *krzemian glinki*. Należy zauważyć, że związek ten, o ile jest w stanie chemicznej czystości, nie ulega stopieniu w pie-

cach. Jest to okoliczność niezmiernie ważna dla fabrykacyi wyrobów garncarskich. Przez dodawanie do czystej gliny wapnia soli alkalicznych, tleniku żelaza i t. p. odporność gliny względem ognia znacznie się zmniejsza. Dla otrzymania szkła, jak to już wiemy, można stapać z łatwością krzemian potasu z krzemianem wapna, oraz krzemianem żelaza. Przy wyrobie cegły domieszki te stapiają się przy wypalaniu, i nawpół zeszlona cegła po ostygnięciu kamienieje, zamieniając się tym sposobem w trwałe materiały budowlane.

Jeżeli zaś, odwrotnie, glina jest ubogą w podobne domieszki, to otrzymujemy z niej t. zw. *cegłę ogniotrwałą*. Taka glina jest dosyć rozpowszechniona na kuli ziemskiej, a przygotowana z niej cegła używa się do budowy pieców, wystawionych na działanie bardzo wysokiej temperatury. Produkt ten nosi także nazwę *cegły szarmotowej*, z kąd jednak powstał ten wyraz—nie wiadomo.

Glina jest materiałem bardzo plastycznym i dzięki tej własności, nadaje się wybornie nie tylko do wyrobu cegły, lecz i innych przedmiotów najrozmaitszego kształtu.

Poddając glinę kształtowaniu na t. zw. *kołach garncarskich*, można otrzymywać różne naczynia okrągłej formy. Zabytki historyczne przekonywują, że koło garncarskie znane było ludom starożytnym od najdawniejszych czasów, a Chińczycy posilkowali się nim jeszcze przed wynalezieniem pisma.

Ale naczynie gliniane, po wypaleniu w piecu, byłoby równie porowatym jak cegła i takie wyroby mogłyby być używane jedynie tylko na doniczki do kwiatów. Płyn, nalany w podobny garnek, przenikałby w ścianki naczynia, a nawet i przesiąkał na zewnątrz i utrzymanie takich wyrobów w czystości byłoby niemożliwe. Niedogodności tej zapobiega się przez t. zw. *polewanie* naczyń, czyli pokrywanie ich cienką szklaną powłoką.

Wspomnieliśmy już wyżej o szkłe ołowianem, jako najłatwiej topliwem (patrz str. 84. II). Otóż najtańszy sposób polewania garnków polega na tem, że rodzimy związek ołowiu miele się na mąkę z gliną garncarską, rozrabia z wodą i otrzymaną gęstwą oblewa porowate naczynia. Po wysuszeniu i wypaleniu w piecu, z kwasu krzemnego, gliny i ołowiu na powierzchni garnka tworzy się cienka powłoka ze szkła ołowianego, która zalepia pory i naczynie jest gotowe do użytku już po jednorazowym wypaleniu. Dla otrzymania takiej polewy biorą zazwyczaj siarek ołowiu (*błyszcz ołowiany*), rudę bardzo rozpowszechnioną w naturze. Wypada jednakże dodać, że ołów jest metalem trującym i naczynia, pokryte polewą ołowianą, nie nadają się do kuchennego użytku, gdyż kwaśne potrawy, przygotowywane np. z octem, oddziałują na polewę i rozpuszczają ołów. W Niemczech przepisy policyjne surowo wzbraniają sprzedaży podobnych wyrobów garncarskich.

W ostatnich czasach usilne starania doprowadziły do tego, że prawie wszystkie ołwy polewy przy wypalaniu zamienia się w trwałe związki, nie ulegające rozkładowi pod wpływem kwaśnych potraw (potrawy te, z punktu chemicznego biorąc, zawierają kwasu bardzo niewiele). Szczególniej w Bawaryi uczyniono w tym kierunku duży postęp.

Znacznie trwalsze od zwyczajnych wyrobów garncarskich są tak zwane *wyroby kamienne*, przygotowywane z gliny, która przy niezbyt podniesionej temperaturze na tyle się wypala, że tworzy twardą i ścisłą masę, nie przepuszczającą cieczy. Z takiej masy wyrabiane są tanie kamionki do wód mineralnych i likierów. Naczynia kamienne są tak ścisłe i nieprzepuszczalne, że ich polewać niepotrzeba, pokrywają je wszelako polewą, dla nadania im ładniejszego pozoru.

Polewanie wyrobów kamiennych odbywa się

sposobem nader prostym. Gdy piec, w którym odbywa się wypalanie, ogrzany został do należytej ciepłoty, w płomień rzucają pewną ilość soli kuchennej i na czas jakiś zamykają otwory. Ponieważ sól kuchenna stosunkowo dość łatwo się ulatnia przy wysokiej temperaturze, więc piec napelnia się jej parami. Wiemy już, że sól składa się z chloru i sodu. Sód, zetknąwszy się z powierzchnią naczynia, łączy się z krzemionką gliny i tworzy małą ilość krzemianu sodu, który z innymi krzemianami łatwo zamienia się w szkło. Tym sposobem tanim wyrobom kamiennym nadają polewę jedynie przez wrzucanie w ogień soli kuchennej i wypalanie uskutecznia się *jednorazowo*.

Jeżeli użyto gliny bardzo czystej i, o ile możliwości, wolnej od żelaza, to otrzymane naczynie kamiennie po wypaleniu będzie zupełnie białe i nieprzepuszczalne dla cieczy. Dla nadania mu ładnej, białej polewy poddają je powtórnie wypalaniu w piecu. W ten sposób powstają właściwe białe wyroby kamienne, które, w przeciwieństwie do wyrobów zwyczajnych, są wypalane *dwukrotnie*. Naczynia takie napozór niewiele się różnią od porcelanowych, są tylko od nich mniej trwałe. Cała rzecz polega na tem, że polewanie wyrobów kamiennych uskutecznia się przy znacznie niższej ciepłocie, niż polewanie porcelany, skutkiem czego polewa ich jest mniej trwała. Naczynia takie, będąc w ciągłym użyciu, rychło pokrywają się na powierzchni siecią drobnych rysów, które z wielką trudnością dają się oczyszczać i nadają zastawie stołowej wygląd bardzo niepokojący.

Przyczyną takiego zachowania się polewy jest przede wszystkim ciepłota, której przez wzgląd na taniość wyrobów kamiennych i koszt paliwa nie posuwają zbyt wysoko. Po za tem, dla otrzymania łatwo topliwej polewy, dodają boraksu i tlenku ołowiu. Przy trafnie uchwyconym stosunku miesza-

ny tlenek ołowiu daje tak trwałe połączenie chemiczne, że kwasy nie oddziałują na nie i naczynia nadają się wybornie do kuchennego użytku. Wypalone raz, lecz nie pokryte jeszcze polewą, naczynia kamienne, dzięki silnemu zeszkleniu się masy, są zupełnie trwałe i przez powtórne wypalenie z polewą nic już nie zyskują na mocy, czem się różnią zasadniczo od wyrobów z porcelany. Nie zachodzi tu również obawa, ażeby przy powtórnem wypalaniu masa rozmiękała do tego stopnia, aby przedmioty traciły swój kształt pierwotny, jak to niekiedy bywa z porcelaną. Dlatego to po zewnętrznej stronie naczyń kamiennych, np. talerza, widzimy zwykle u spodu trzy gładkie zagłębione w polewę rowki od podstawki, na której talerz spoczywał w piecu podczas wpalania polewy, podczas gdy naczynia porcelanowe mają w tem samym miejscu brzeg chropowaty, pozbawiony polewy (patrz niżej str. 94).

W związku z naczyniami kamiennymi stoją wyroby z *fajansu*, która to nazwa pochodzi od włoskiego miasta Faenza, gdzie po raz pierwszy naczynia takie przygotowano, podobnie jak i wyraz *majolika* wziął swój początek od wyspy Majorka, gdzie dawnymi czasy najwięcej takich naczyń wyrabiano.

Do wyrobów fajansowych używa się gliny bardzo plastycznej, ponieważ takie naczynia, jak talerze, półmiski i t. p., często bywają przybierane wypukłymi ozdobami. Ponieważ glina fajansowa zachowuje się dosyć odpornie względem ognia, więc masa ulega zeszkleniu tylko w słabym stopniu, przez co kontury ozdób doskonale mogą być zachowane przy silnem wypalaniu w piecu.

Wiemy jednak, że glina, nie dosyć zeszkłona, jest porowata i dlatego wszystkie wyroby z fajansu, żeby nie były przenikliwe dla cieczy, muszą być pokryte polewą.

W tym celu mocno wypalone naczynie fajans-



sowe zanurzają w polewie i wypalają powtórnie. Przez odpowiedni dobór materiałów na polewę można otrzymywać białą lub kolorową powłokę i wywoływać tą drogą najrozmaitsze efekty. Białą, nieprzezroczystą polewę otrzymują przez dodanie do zwykłej mieszaniny *kwasa cynnego*.

Przejdziemy teraz do najlepszego gatunku wyrobów glinianych, a mianowicie do *porcelany*. Posiada ona pod wielu względami własność szkła, a nawet przewyższa je twardością i wytrzymałością na nagłe zmiany temperatury, zato nie daje się tak dowolnie kształtować, jak szkło, i nigdy nie bywa przezroczystą, lecz tylko białą, przeświecającą masą.

W Chinach i Japonii porcelanę znano oddawna. W Europie odkrył ją pierwszy Böttcher, alchemik saski, w 1703 roku. Początkowo miała ona brunatną barwę, lecz już w 1710 r. udało mu się otrzymać naczynia zupełnie białe. Od tej pory zaczęto porcelanę wyrabiać fabrycznie w miasteczku Miśni (*Meissen*, w Saksonii), gdzie, z rozkazu króla Augusta Mocnego, więziono Böttchera w nadziei, że potrafi zrobić złoto.

Od dobrej porcelany wymaga się przede wszystkim białości nieskazitelnej, a wszystkie jej zalety stają się wtedy widoczne, gdy wypalenie masy odbywa się przy bardzo wysokiej temperaturze. Z tego powodu do wyrobu nadaje się tylko taka glina, która zupełnie nie zawiera żelaza i t. zw. *topników*, czyli substancji, ułatwiających stapianie się gliny. Glina taka nosi nazwę *kaolinu* i spotyka się w przyrodzie dosyć rzadko. W celu zupełnego oczyszczenia, glinę taką szlamują, t. j. rozrabiają znaczną ilością wody i pozostawiają na pewien czas w spokoju. Grubsze i cięższe cząsteczki opadają na dno, a delikatniejsze pozostają zawieszony w wodzie. Ten mętny płyn zlewają z osadu do drugiego naczynia, w którym już osiada powoli czysty kaolin.

Otrzymana w taki sposób glina, dzięki swojej

czystości, jest tak ogniotrwała, że się prawie zupełnie nie zeszkliwia w ogniu i, żeby ją uczynić zdatną do wyrobu naczyń, potrzeba dodać nieco topnika, t. j. ciała stapiającego się na szkło. Topnikiem takim bywa zmielony i wyszlamowany *feldspat potasowy*, minerał, który przy wysokiej temperaturze stapia się na szkło. Feldspaty są to podwójne związki krzemianu glinu z krzemianem potasu, sodu lub wapnia i niektóre z nich służą, jak już wiemy, do wyrobu szkła (patrz str. 79. II).

Przedmioty, ulepione ze szlamowanego kaolinu i feldspatu, tak dalece kurczą się przy wypalaniu, że często pękają. Żeby temu zapobiedz, do masy porcelanowej dodają jeszcze możliwie czystej krzemionki w postaci zmielonego i odszlamowanego kwarcu albo piasku (patrz str. 79. II).

Masa porcelanowa składa się tedy z kaolinu, feldspatu i kwarcu, a niektóre fabryki dodają jeszcze związków wapiennych. Po starannem wymieszaniu masę kształtują na kole garncarskiem w taki sam sposób, jak i wyroby z gliny zwyczajnej, poczem wykończone przedmioty pomieszczają w suszarniach; suszenie odbywa się powoli, przy zwykłej ciepłocie. Wyroby takie są nadzwyczaj kruche.

Z suszarni przedmioty przenoszą się do pieca, gdzie je pierwszy raz wypalają przy bardzo wysokiej temperaturze. W tych bowiem tylko warunkach masa częściowo zeszkliwia się i nabiera właściwej sobie twardości.

Porcelana, wypalona raz tylko w piecu, jest porowata i znajduje zastosowanie jedynie do elementów galwanicznych. Wskutek przepuszczalności takiego naczynia, płyn w niem umieszczony tylko powierzchownie styka się z cieczą, zawartą w naczyniu zewnętrznem, lecz nie miesza się z nią razem, co dla wywołania prądu elektrycznego jest warunkiem niezbędnym.

Ażeby otrzymać właściwe wyroby porcelano-

we, potrzeba je powlec polewą. W przeciwieństwie do innych wyrobów z gliny, dla porcelany używa się polewy trudno topliwej, która pokrywa wyroby szklistą powłoką i nadaje im cenne własności.

Jako polewy używa tu się teje samej masy porcelanowej, tylko z obfitszym nieco dodatkiem tlenków, ułatwiających zeszklenie się masy. Dodają tedy alkali i wapna, przyczem ilość alkali zwiększają wprost przez dodanie do masy nieco większej ilości feldspatu potasowego. Delikatnie odszlamowaną masę zarabiają z wodą na gęstwę i zanurzają w niej wypalone przedmioty, na powierzchni których osiada dostateczna ilość polewy.

Z tych miejsc, któremi przedmioty opierają się w piecu, polewę starannie zeszkrobują, ażeby przy wypalaniu nie przylepiły się do podstawy.

Z tego to powodu spód porcelanowych talerzy nigdy nie bywa gładki, lecz zawsze zaopatrzony jest w wystający brzeg, aby polewy nie potrzeba było zeszkrobywać z całego dna talerza. Miejsca, niepokryte polewą, są chropowate w dotknięciu i, przy ciągłym używaniu naczynia łatwo się zanieczyszczają, w pory bowiem przenika brud i przez zwyczajne mycie usunąć się nie daje. Te właśnie chropowate miejsca ułatwiają odróżnianie przedmiotów porcelanowych od najlepszych wyrobów fajansowych, które mają zawsze dna zupełnie gładkie. Polewanie fajansu skutecznia się bowiem (patrz str. 91. II) przy znacznie niższej temperaturze, niema więc obawy, aby masa w gorącu na tyle rozmiękla, żeby straciła swój kształt i przyłgnęła do podstawy, jak to się może zdarzyć z porcelaną, którą w drugim ogniu poddają bardzo wysokiej ciepłocie. Na talerzach fajansowych zazwyczaj spostrzegamy tylko lekkie zagłębienia, odcisnięte w polewie w tych miejscach, gdzie talerz opierał się o podstawkę w piecu.

Przedmioty porcelanowe, pokryte polewą, przenoszą się następnie do pieca i poddają powtórnemu

wypalaniu, które uskutecznia się przy znacznie wyższej temperaturze, niż to ma miejsce przy wypalaniu fajansu.

Wspomnieliśmy już wyżej, że wyroby kamienne pozyskują właściwą trwałość już po jednorazowym wypaleniu w piecu i powtórne wypalanie z polewą na twardość materiału nic już nie wpływa. Z wyrobami porcelanowymi rzecz ma się inaczej. Wypalona za pierwszym razem glina jest dosyć twarda, zeszkliwia się jednak ostatecznie dopiero przy powtórnym mocnym wypalaniu. Tu glina zlewa się poniekąd z polewą i tworzy ścisłą, twardą masę, która po ostudzeniu zachowuje się odpornie względem wszelkich wewnętrznych wpływów. W gorącu pieca porcelanowego masa rozmięka do takiego stopnia, że wystające części przedmiotów trzeba opierać na podpórkach, aby nie straciły formy pod własnym ciężarem.

Przebieg wypalania kontroluje się przez wyjmowanie z pieca od czasu do czasu próbných przedmiotów. Stapiająca się polewa powoli staje się coraz gładzsza, a skoro tylko przedmioty zaczną przeświecać, jest to dowodem, że masa zeszkliła się dostatecznie; wtedy piec się zamyka i z całą zawartością pozostawia do ostudzenia.

Niepolewaną porcelanę można również poddawać silnemu działaniu ognia. Masa wtedy zeszkliwia się o tyle, że traci porowatość, ale powierzchnia przedmiotu pozostaje szorstka i matowa. Taka porcelana nosi w technice nazwę „statuetkowej”, albo „biskwitu”, i używa się do wyrobu posążków, popiersi i t. p.

Malowanie na porcelanie uskutecznia się dwójakim sposobem: farby nakłada się pod polewę, albo też po skończonem polewaniu.

Do malowania pod polewą, t. j. na raz wypalanej glinie porcelanowej, nadają się tylko takie farby metaliczne, które przenoszą wysoką ciepłotę po-

wtórnego wypalania, i tak np. dla niebieskiego koloru używa się *tlenniku hobaltu*, dla zielonego—*tlenniku chromu*, dla czarnego—*tlenniku uranu* (uran jest pierwiastkiem, bardzo rzadko spotykanym w przyrodzie,

Zaletą malowania pod polewą polega na nadzwyczajnej trwałości rysunku, zabezpieczonego od zniszczenia warstwą polewy, ale ilość farb, nadających się do tej metody, jest bardzo ograniczona. Zato do malowania na polewie posiadamy cały szereg farb, które dają możliwość wywoływania nietylko najdelikatniejszych odcieni, ale nawet kopiowania obrazów olejnych, jakie podziwiamy na sewrskiej porcelanie.

Farby takie przyrządzane są z tlenków metali, do których dodają łatwo topliwej substancji, rozcierają z olejem i nakładają na porcelanę. Taką łatwo topliwą substancją, jak już wiemy, jest tlenek ołowiu. Wpalanie farb w pomalowane przedmioty odbywa się w ogniu, w umyślnych do tego celu *muflach*<sup>1)</sup>. Tym sposobem farby wtapiają się w polewę i utrwalają na powierzchni przedmiotu.

W takiż sam sposób w dawniejszych czasach złociono porcelanę, ale ponieważ wpalane ozdoby złoczone po wyjściu z pieca nie posiadały właściwego blasku, lecz były matowe, więc musiano je jeszcze polerować. W 1830 roku wynaleziono płyn do złocenia porcelany, który po wypaleniu daje odrazu błyszczącą powierzchnię. Płyn taki otrzymuje się przez rozpuszczenie złota metalicznego w *wodzie królewskiej* (dowiemy się o niej jeszcze, gdy mowa będzie o złocie); do roztworu dodają odpowiednich sub-

---

<sup>1)</sup> „Muflą” nazywa się kasetta, zbudowana z ogniotrwałej gliny. Płomień pieca ogrzewa muflę dokoła, a przedmioty, w niej ustawione, zabezpieczone są tym sposobem od kopcia i gazów płomienia.

stancyi topnikowych, nakładają na porcelanę i wypalają w piecu.

A teraz przejdźmy do fotografii. Na wstępie musimy zaznaczyć, że dokładne zrozumienie złożonych procesów chemicznych, które towarzyszą otrzymywaniu fotografii, wymaga pewnych wiadomości przygotowawczych.

Ponieważ ramy naszego wykładu nie pozwalają nam na szersze traktowanie przedmiotu, przeto sądzimy, że najwłaściwiej będzie, jeżeli skreślimy tu w krótkości zarys historycznego rozwoju fotografii. Śledząc od początku za jej postępem, będziemy mieli możność wniknąć w jej główne zasady, oraz poznać drogi, na których fotografia, udoskonalając się stopniowo, dosięgła dzisiejszej wysokości.

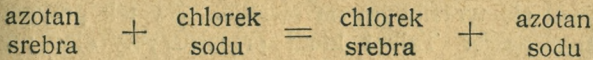
Srebro metaliczne, rozpuszczając się w kwasie azotnym, daje płyn klarowny i zupełnie bezbarwny. Jeżeli roztwór ten wyparujemy do suchości, to otrzymamy *azotan srebra*, białą sól, zwaną także inaczej *lapisem* albo *kamieniem piekielnym*.

Jeżeli roztworem tym pociągniemy jakąś powierzchnię, np. skórę na ręce, to przy dziennem świetle skóra szybko zczernieje. Lekarze często używają tego środka do przypalania. Jeżeli za pomocą tegoż roztworu napiszemy litery i wystawimy na działanie światła, to pismo również zczernieje. Zczerniałe litery nie dają się już wyprać i znaki pozostają na zawsze, a przyrządzony płyn nosi nazwę *atramentu wiecznego*.

Zjawisko polega na tem, że azotan srebra posiada skłonność do rozkładania się na części składowe, przyczem srebro wydziela się w postaci nadzwyczaj subtelnego czarnego proszku. Rozkład ten odbywa się już pod wpływem światła dziennego, a o tej własności lapisu wiedziano oddawna, jak o tem świadczy nadana mu przez starożytnych nazwa „kamienia piekielnego“. Otóż cały proces fotograficzny polega na rozkładaniu się soli srebra pod działaniem

światła, dodać tylko winniśmy, że nie lapis, lecz inne sole srebra znajdują tu zastosowanie, rozkład bowiem lapisu postępuje zbyt wolno.

Do otrzymywania obrazów fotograficznych nadają się takie sole, które rozkładają się znacznie szybciej niż lapis. Powszechnie największe w tym celu zastosowanie znajdują: *chlerek*, *bromek*, oraz *jodek srebra*. Sole te otrzymują się w sposób bardzo prosty: do roztworu lapisu dodaje się roztworu chlorku sodu (soli kuchennej), bromku potasu albo jodku potasu, wskutek czego z płynu wydziela się natychmiast nierozpuszczalny w wodzie osad chlorku, bromku, albo jodku srebra.



Azotan sodu jest to znana nam już sól (patrz str. 61. I), która łatwo rozpuszcza się w wodzie i dlatego w danym wypadku pozostaje w roztworze. Oddzielony osad chlorku srebra przemywa się starannie wodą i w ten sposób oczyszcza od zawartości azotanu sodu.

Chlerek srebra znany był już bardzo dawno, bromek zaś i jodek srebra poznano dopiero w pierwszej ćwierci bieżącego wieku, gdy odkryto brom i jod. O źródłach dobywania tych pierwiastków mówiliśmy już wyżej (patrz str. 58 i 62. I).

Nad chlorkiem srebra w swoim czasie gorliwie pracowali alchemicy. Jest to preparat niezmiernie wrażliwy na światło, pod wpływem którego zmienia swój pierwotny biały kolor na fioletowy, a następnie czarny.

Na pomysł zużytkowania chlorku srebra do obtwarzania obrazów pierwszy wpadł Schultze, lekarz z Halli, w 1727 roku. Na świeżo strąconym osadzie chlorku srebra układał on wycięte z papieru litery i wystawiał na działanie światła. Po pewnym czasie miejsca niezakryte czerniały, a po usunięciu

papieru na ciemnym tle widać było białe litery. Oczywiście, przy dalszem oddziaływaniu promieni słonecznych, cała warstwa chlorku srebra zabarwiała się równomiernie i litery znikaly, jednym słowem, doświadczenie samo przez się było ciekawem, lecz praktycznego znaczenia nie posiadało.

Dopiero w 112 lat później, a mianowicie w 1839 roku, Talbot za pomocą chlorku srebra otrzymał prawdziwą odbitkę obrazu. Sposób jego był następujący: Arkusz papieru zanurzał on w roztwór soli kuchennej, a następnie pociągał go roztworem azotanu srebra. Wskutek zetknięcia się obydwóch soli, na papierze osiadała warstwa chlorku srebra i arkusz stawał się wrażliwym na światło. Na tak przygotowany papier Talbot kładł przezroczysty albo przezświecający rysunek i wystawiał na działanie światła słonecznego. W ten sposób warstwa chlorku srebra czerniała najmocniej w tych miejscach, gdzie przez rysunek przechodziła największa ilość światła.

Jeżeli usuniemy nagle leżący z wierzchu rysunek, to papier pod dalszem działaniem światła zczernieje równomiernie, jak to właśnie miało miejsce u Schultzego. Otóż zasługa Talbota polega na tem, że wynalazł on sposób *utrwalania na zawsze* podobnych rysunków. W tym celu arkusz uczulonego na światło papieru z odbitym na nim rysunkiem pograżał on we wrzący roztwór soli kuchennej, przyczem wykonywał to w zupełnie ciemnym pokoju, aby papier zabezpieczyć od dalszego wpływu światła. Wrzący roztwór soli kuchennej rozpuszcza chlorek srebra, a tem samem usuwa go z tych miejsc, na które światło nie podziało. Tym sposobem na papierze powstaje tylko rysunek od zczerniałego, czyli rozłożonego pod wpływem światła, chlorku srebra, który się nie rozpuszcza w roztworze soli kuchennej.

Otrzymana w ten sposób odbitka jest tem właśnie, co się w fotografii nazywa *negatywem*, czyli odwróconym obrazem pierwotnego rysunku. W miej-





scach ciemnych rysunek przepuszczał mało światła, to też w odpowiednich miejscach na papierze chlorek srebra prawie wcale nie uległ zmianie i, przy utrwalaniu w gorącym roztworze soli kuchennej, został spłótkany. To też ciemne plamy oryginału na kopii wychodzą biało albo prawie biało, jasne zaś ciemno. Otrzymany w ten sposób negatyw Talbot kładł znów na uczulony papier i powtarzał z nim tę samą operację. Tym razem oczywiście dostawał już dokładną kopię pierwotnego oryginału, ponieważ druga odbitka była negatywem względem negatywu.

Ściśle rzecz biorąc, sposób Talbota był niczem więcej, jak tylko fotograficznym kopiowaniem wykonanych rysunków naturalnej wielkości.

W końcu trzeciego dziesiątka lat naszego stulecia Daguerre pierwszy otrzymał obraz drogą właściwej fotografii, on też uważany jest powszechnie za jej twórcę.

Dla osiągnięcia obrazów Daguerre używał *ciemni optycznej*, t. j. aparatu, za pomocą którego można w określonym miejscu i w dowolnym zmniejszeniu otrzymywać odbicie przedmiotów, znajdujących się przed *soczewką*, czyli szkłem, zbierającym promienie. Wynalazek ten był oczywiście olbrzymim krokiem naprzód w stosunku do sposobu Talbota, polegającego jedynie na kopiowaniu gotowego rysunku. Skierowawszy aparat swój na fotografowany przedmiot tak, żeby na umieszczonym wewnątrz szkła matowem powstało możliwie najostrzejsze odbicie przedmiotu, Daguerre zastępował *matówkę* kliszą srebrną, na której poprzednio osadził nieco jodku srebra parami jodu. Po kilkogodzinnem odciaływaniu światła na kliszy ukazywał się obraz przedmiotów, umieszczonych przed aparatem, ale utrwalenie takiego obrazu przedstawiało jeszcze ogromne trudności i dopiero przypadek przyszedł tu z pomocą.

Razu pewnego kliszę, pokrytą jodkiem srebra, która tylko bardzo krótko wystawiona była na dzia-

łanie światła, Daguerre umieścił w atmosferze par rtęciowych i zauważył, że rtęć osiadła najmocniej na tych miejscach kliszy, które były najsilniej oświetlone. W ten sposób utworzył się błyszczący metaliczny obraz fotografowanego przedmiotu. Rtęć układała się na kliszy odpowiednio do siły, z jaką na dane miejsce podziało światło i w ten sposób poniekąd „wywoływała“ niewidzialny przedtem dla oka obraz. Tem się też tłumaczy błyszczenie starych „dagerotypów“, które się w wielu domach przechowywały.

Zastosowanie par rtęci ułatwiło odrazu fotografowanie żywych osób, które dotąd trzeba było długo wytrzymywać przed aparatem. Dziś, jak wiemy, sztukę tę posunięto tak daleko, że z łatwością fotografować można przedmioty w pełnym ruchu.

Najdonioślejszą stroną wynalazku Daguerre'a stanowi ta okoliczność, że choć oko ludzkie nic nie dostrzega na kliszy fotograficznej, wystawionej w ciemni przez krótką chwilę na działanie światła, to jednakże promienie światła mają dosyć czasu, żeby wyrzeć swój wpływ chemiczny i wywołać rozkład w związku srebra. Jest więc rzeczą zupełnie zbyteczną oświetlać kliszę dopóty, aż rozkład soi srebra stanie się widoczny dla ludzkiego oka. „Wywołanie“ obrazu możemy dziś osiągnąć i bez udziału światła, jedynie za pomocą chemicznych odczynników, z których dotąd poznaliśmy jeden, a mianowicie pary rtęci. Na tej właśnie zasadzie opiera się dzisiejsze wywoływanie negatywów.

Wkrótce po opublikowaniu metody Daguerre'a zaczęto poszukiwać materiału, któryby mógł zastąpić kosztowne klisze srebrne. Talbotowi udało się z powodzeniem zastosować do ciemni optycznej swój papier, wrażliwy na światło; zmodyfikował go o tyle tylko, że zamiast chlorku srebra zażywał, podobnie jak Daguerre, jodku srebra. Papier taki przyrządzał

w ten sposób, że zanurzał go najpierw w roztwór lapisu, a następnie pociągał roztworem jodku potasu.

Żeby usunąć z oświetlonej kliszy niezmieniony jodek srebra, Talbot, zamiast stosowanego dawniej przez siebie wrzącego roztworu soli kuchennej, zaczął używać roztworu *podsiarkonu sodu*, który już na zimno rozpuszcza z łatwością zarówno chlorek, jak bromek i jodek srebra. Pomysł ten okazał się zupełnie trafnym i po dziś dzień znajduje zastosowanie. Tylko odbitki Talbota, wskutek chropowatości najlepszych nawet gatunków papieru, nie miały ładnego wyglądu i z tego powodu zwrócono się napowrót do polerowanych srebrnych klisz Daguerra.

Tak stały rzeczy aż do chwili, kiedy Niépce zaczął używać roztworu białka do fotografii. Jeżeli do roztworu białka kurzego dodać jodku potasu, mieszaninę nalać cienką warstwą na płytki szklane i po wyschnięciu zanurzyć je w roztwór lapisu, to na szkłe pozostanie powłoka białkowa, która, wskutek zawartości jodku srebra, będzie bardzo wrażliwa na światło. Klisza taka nie posiada chropowatości papieru i daje wyborne obrazy.

Zmniejszone odbicie przedmiotu w ciemni optycznej jest odwróconem, czyli „negatywnem“; dla otrzymania właściwej odbitki, t. j. *pozytywu*, obraz, osiągnięty na kliszy przenosi się na uczulony papier w taki sam sposób, jak to czynił dawniej Talbot z gotowymi rysunkami. Papier taki, oczywiście, również musiał być pokryty wrażliwą na światło warstwą białka. Tym sposobem otrzymano gładkie zupełnie fotografie z pięknym połyskiem.

Ale białko posiada tę ujemną stronę, że prędko ulega gniciu. Z tego względu Fry zalecił zamiast białka używać *kolodyum* <sup>1)</sup>. Preparat ten jest roztwo-

---

<sup>1)</sup> Nazwa *kolodyum* pochodzi od łacińskiego wyrazu *collis* — klej, Maynard bowiem zalecił go najpierw do skle-  
jania.

rem waty strzelniczej w mieszaninie eteru i spirytustu (patrz str. 149. I).

Klisz takich z powodzeniem zaczęto używać w fotografii zamiast dawniejszych srebrnych. Niewidzialna dla oka przemiana, której klisza ulega przy momentalnym oświetleniu i którą Daguerre uczynił widoczną za pomocą par rtęciowych i tutaj może być wywołana za pomocą odpowiednich substancji. Ciała takie noszą w fotografii nazwę *wywoływaczy*. Dawniej używano w tym celu *siarczanu tlenku żelaza*, zwanego także pospolicie *koperwasem żelaznym*, oraz *kwasu pyrogalusowego*, z biegiem czasu jednak odkryto cały szereg innych jeszcze wywoływaczy, z których najbardziej jest rozpowszechniony *hydrochinon*.

Zatrzymajmy się chwilę na sposobie kolodyonowym. Klisze przygotowywane bywają jak następuje: Do kolodyum dodają bromku i jodku potasu, pociągają niem płytkę, zanurzają w roztwór lapisu i mokrą wstawiają do ciemni optycznej. Na kliszy znajduje się teraz mieszanina bromku i jodku srebra, oraz pewien nadmiar lapisu (azotanu srebra), który nie utworzył połączenia. Gdy taką kliszę poddamy w ciemni na chwilę działaniu światła, a potem zanurzymy w roztwór koperwasu żelaznego i kwasu pyrogalusowego, te ciała te nie będą oddziaływały na bromek i jodek srebra, ale zato zredukują znajdujący się na kliszy azotan srebra do metalicznego srebra. Metal wydzieli się w postaci bardzo delikatnego proszku i, podobnie jak pary rtęciowe u Daguerre, osiadzie na oświetlonych miejscach w stosunku do siły, z jaką światło na kliszę podziało. „Wywołując“ kliszę w ciemnym pokoju, mamy możność śledzić za powolnym powstawaniem negatywnego obrazu.

Gdybyśmy teraz negatyw wynieśli na światło, toby nam natychmiast poczerniał. Z tego powodu negatyw potrzeba *utrwalić*, zanurzając go w roztwór podsiarkonu sodu, który rozpuszcza i spłókuje nad-

miar pozostałego na kliszy jodku i bromku srebra. Jeżeli do wywołania użyto kwasu pyrogalusowego, to kąpiel nosi miano *kwaśnej*.

Próbowano też otrzymywać suche klisze kolodyonowe, które dawałyby się dowolnie długo przechowywać, usiłowania te jednak nie dały żadnych rezultatów, gdyż sposób kolodyonowy daje dobre wyniki wtedy tylko, gdy klisze zostały świeżo przygotowane.

W latach sześćdziesiątych Russel zrobił ważne odkrycie, że obraz daje się wywołać równie dobrze na kliszy kolodyonowej, nie zawierającej wcale azotanu srebra, podczas gdy dotąd obecność lapisu uważano za niezbędną dla osadzenia metalicznego srebra na oświetlonych miejscach. Z wilgotnych klisz za pomocą obfitego strumienia wody wypłókuje się nadmiar lapisu i wystawia na działanie światła w ciemni. Jeżeli teraz kliszę zanurzymy nie, jak dawniej, w kwaśną kąpiel, lecz w *alkaliczny* roztwór kwasu pyrogalusowego (t. j. taki roztwór kwasu, do którego dodano w nadmiarze alkali), to oświetlony bromek i jodek srebra ulegną rozkładowi. Kwas pyrogalusowy sam przez się nie oddziałuje na związki srebra, ale w obecności alkali przemiana następuje momentalnie i srebro układa się odpowiednio do siły, z jaką światło poraziło kliszę. Pozostaje tylko utwalić ją w podsiarkonie sodu, abyśmy otrzymali taki sam, jak i poprzednio, negatyw.

Sposób ten naprowadził na myśl przygotowywania suchych klisz, wykazał bowiem, że nadmiar roztworu srebra na kliszy jest zupełnie zbyteczny. Ponieważ doświadczenie pokazało, że alkaliczny roztwór kwasu pyrogalusowego daleko lepiej oddziałuje na bromek, niż na jodek srebra, zaczęto więc odtąd do celów fotograficznych używać wyłącznie tylko bromku srebra.

W roku 1871 Maddox zalecił kolodyum zastępować żelatyną, właściwym jednak twórcą używa-

nych dziś powszechnie *klisz żelatynowo-bromowo-emulsyjnych* jest Beunett, który je odkrył w 1878 roku. Dowiódł on mianowicie, że emulsya, otrzymana przez zawieszenie bromku srebra w roztworze żelatyny, *po ogrzaniu*, i to właśnie jest najważniejszą stroną jego wynalazku, staje się w wysokim stopniu wrażliwą względem światła. Od tej pory weszły w użycie suche klisze żelatynowe, które przyrządza-  
ne bywają mniej więcej w następujący sposób:

W pokoju, zabezpieczonym dostatecznie od dostępu światła, do wodnego roztworu bromku amonu (zamiast dawniej używanego bromku potasu) dodają żelatyny i roztworu lapisu. Temperaturę przez czas jakiś utrzymują przy  $75^{\circ}$ , potem doprowadzają płyn do wrzenia. W ten sposób tworzy się emulsya z bromkiem srebra, która po ostygnięciu galarecieje. Z masy tej wymywają wodą wszystkie części rozpuszczalne, poczem suszą ją i wreszcie ogrzewają do stopienia. Płynną masą pociągają płytki szklane i pozostawiają je do zaschnięcia w suszarkach. Są one już zupełnie gotowe do użytku. Opakowywanie odbywa się również w szczelnie zabezpieczonym od światła pokoju. Otrzymane tą drogą suche klisze są prawie 10 razy więcej wrażliwe na światło niż dawniejsze kolodyonowe.

Z wynalezieniem suchych klisz fotografia zaczęła się ogromnie rozpowszechnić wśród amatorów, najtrudniejsza bowiem część zadania, a mianowicie przygotowanie wrażliwej na światło kliszy, stała się odtąd czynnością fabryczną i nie zabierała już czasu fotografowi.

Sucha klisza, „wystawiona“ w ciemni, zaopatrzonej w dobrą, kosztowną soczewkę, daje bardzo piękne obrazy. Wrażliwość kliszy jest tak wielka, że wystawienie trwać może jak najkrótszą chwilę. Rozpoczęty na kliszy pod wpływem światła rozkład bromku srebra postępuje dalej w wywoływaczu i fotograf ma możność miarkować go podług życzenia.

Skoro właściwy punkt został osiągnięty i obraz wyraźnie się zarysował (przekonać się o tem można, rozpatrując kliszę w ciemnym pokoju przy czerwonym świetle latarni), kliszę zanurza się w roztwór podsiarkonu sodu w celu usunięcia nadmiaru nierozłożonego bromku srebra i negatyw jest gotowy. Pozostaje już tylko skopiować negatyw na uczulonym papierze, aby otrzymać właściwą fotografię.

Skoro tylko poznano wrażliwość soli srebra względem światła, zaczęto poszukiwać tychże własności u innych metali, i przekonano się wkrótce, że niektóre sole platyny również są wrażliwe. Obraz w ciemni, t. j. negatyw, otrzymuje się zawsze za pomocą kliszy żelatynowo-bromowo-emulsyjnej, kopie jednak, czyli pozytywy, można odbijać nie tylko na srebrnym, ale także i na platynowym papierze. Otrzymuje się tą drogą bardzo piękne matowe fotografie czyli t. zw. *platynotypie*, przypominające miedzioryty.

Cały proces fotograficzny polega tedy, jak widzimy, na chemicznym działaniu światła na wrażliwe sole, w szczególności zaś na bromek srebra. Wiemy jednakże z fizyki, że biały kolor jest mieszaniną kilku kolorów, tworzących tęczę. Jeżeli biały kolor za pomocą pryzmatu rozłożymy na jego części składowe i otrzymane *widmo* sfotografujemy, to zauważymy, że czerwona strona widma zupełnie nie podziałała na kliszę, podczas gdy na przeciwnej fioletowej i ultra-fioletowej<sup>1)</sup> części działanie było najsilniejsze. Dlatego to właśnie przy wywoływaniu klisz w ciemnym pokoju posługujemy się czerwonym światłem, gdyż białe podziałałoby zbyt silnie i popsulo obraz na kliszy.

---

<sup>1)</sup> Ultra-fioletową częścią widma nazywamy pozafioletowe promienie, które dla oka ludzkiego są niewidzialne i wydają się czarne, na kliszę jednak oddziałują bardzo silnie.

Ponieważ kolory: czerwony, żółty, a nawet i zielony tylko w bardzo słabym stopniu oddziałują na kliszę, dla tego też fotografowanie np. olejnych obrazów przedstawia duże trudności, podobnie jak i otrzymywanie portretów. Z tego powodu odbite obrazy trzeba poprawiać, czyli, jak mówią fotografi, *retuszować*.

Nader ważne ulepszenie w fotografii uczynił Vogel. Stwierdził on mianowicie, że niedogodność powyższą można usunąć, jeżeli do bromo-żelatynowej emulsyi dodać pewną ilość niektórych barwników. Klisze stają się wówczas wrażliwe na te właśnie kolory, względem których, przed dodaniem właściwego barwnika, zachowywały się odpornie, światło bowiem, odbite od barwnych przedmiotów, działa wtedy równie intensywnie na bromek srebra. To też dzięki temu odkryciu możemy już dzisiaj otrzymywać wyborne fotografie z olejnych obrazów, podczas gdy dawniej, zapomocą zwyczajnych klisz, wychodziły tylko niejasne kontury oddzielnych części obrazu.

Tym sposobem zadanie trafnego odtwarzania barwnych obrazów czarnym kolorem za pomocą fotografii można uważać za rozwiązane. Inna rzecz z *fotografią kolorową*, t. j. odtwarzającą przedmioty w tych samych barwach, w jakich się one znajdują w naturze.

Pomimo wszelkich wysiłków, czynionych w tym kierunku, nie otrzymano dotychczas żadnych zadawalniających rezultatów, zwłaszcza przy portretowaniu osób. Najlepsze portrety, jak wiadomo, podobnie jak i dawniej, są wykonywane ręcznie.

Natomiast powiodło się w zupełności otrzymanie barwnej fotografii *widma słonecznego*. W celu otrzymania odbitki widma na bromo-żelatynowo-emulsyjnej kliszy, w ciemni, po za kliszą nalewają nieco rtęci i płytkę uczuloną stroną odwracającą ku rtęci. Światłne promienie fotografowanego widma, odbijając się w zwierciadlanej powierzchni rtęci, wy-



wołują zjawisko tak zwanej *interferencyi światła* zarówno w szkłe, jak i w uczulonej warstwie żelatynowej. Gdy klisza zostanie następnie w zwykły sposób wywołana, ujrzemy na niej widmo słoneczne, zabarwione we wszystkie kolory. Teoretyczne podstawy tego zdumiewającego odkrycia zostały w zupełności wyjaśnione, zastosowanie go jednak w praktyce połączone jest z wielkimi trudnościami, tak, że dotychczas tylko bardzo niewiele fotografii kolorowych udało się otrzymać.

Po za tem bardzo ładne obrazy otrzymywać dziś można za pomocą *druku barwnego*, który, jak to sama nazwa wskazuje, nie jest już fotografią właściwą. Sposób ten polega na tem, że oprócz wspomnianych wyżej soli srebra i platyny istnieje jeszcze cały szereg mieszanin, również wrażliwych względem światła. Jeżeli np. do roztworu żelatyny dodać roztworu *dwuchromianu potasu*, płynem tym pociągnąć jakiś przedmiot i wystawić na działanie światła, to żelatyna, przedtem łatwo rozpuszczalna, stanie się teraz nierozpuszczalną w wodzie.

Tłómaczy się to w ten sposób, że dwuchromian potasu pod wpływem światła zamienia się częściowo w *tlenek chromu*, który na żelatynę oddziałuje jak garbnik i czyni ją nierozpuszczalną. Zachodzi tutaj taki sam proces chemiczny, jaki ma miejsce przy wyprawianiu skóry sposobem chromowym, o którym mówiliśmy w swoim czasie (patrz str. 11. II).

Otóż, jeżeli otrzymany zwyczajnym sposobem negatyw nałożymy na papier, pociągnięty w ciemnym pokoju żelatyną chromową i wystawimy na światło, to w tych miejscach, na które podziałało światło, żelatyna stanie się nierozpuszczalną. Przy wypłukiwaniu odbitki w ciemnym pokoju, woda zabiera tylko niezmienione części żelatyny, na papierze zaś pozostaje bładny rysunek. Kopiując na papierze srebrnym lub platynowym, otrzymujemy zwykle czarne

odbicie, tu zaś, wskutek bardzo słabego zabarwienia żelatyny, obraz wychodzi prawie bezbarwny.

Ale żelatyna może być łatwo przez dodanie jakiegokolwiek barwnika ufarbowana na odpowiedni kolor, a wówczas po wystawieniu na światło, żółta żelatyna pozostawi na papierze żółty obraz, czerwona—czerwony, niebieska—niebieski. Jeżeli takie trzy przezroczyste różnobarwne odbitki otrzymane z jednego i tego samego negatywu nałożymy jedna na drugą, to osiągniemy prawdziwie zdumiewające efekty.

Należy przypuszczać, że teoria barw mieszaných, opracowana przez fizyków, doprowadzi kiedyś do świetnych rezultatów. Sposoby dokładnego odtwarzania przedmiotów w naturalnych barwach udoskonalają się coraz więcej, ale wykonanie ich w praktyce, choć zasady wydają się proste, nastręcza jeszcze poważne trudności. Bardzo często stosowaną też bywa metoda, polegająca na tem, że pomiędzy przedmiot fotografowany a soczewkę ciemni optycznej stawiają naprzemian czerwoną, niebieską i żółtą szybę szklaną i światło w ten sposób, jak mówić przyjęto, „filtrują.“ Z otrzymanych tą drogą trzech negatywów, robi się pozytywy i barwi je temi samemi farbami, które bywają używane do wyrobu klisz, uczulonych na barwy (patrz str. 107. II), poczem trzy odbitki drukuje się jedna na drugiej.

Oprócz przytoczonych wyżej sposobów odtwarzania przedmiotów, istnieje jeszcze cały szereg innych metod, po części tylko teoretycznych, a po części stosowanych w praktyce z mniejszem lub większem powodzeniem. Wyszczególnić ich tu nie będziemy, powiemy tylko, że do wszystkich niezbędny jest negatyw, otrzymany w ciemni optycznej czyli, że za podstawę służy zawsze fotografia.

Ale, gdy mowa o fotografii, niepodobna nam pominąć milczeniem najnowszych zdobyczy, jakie osiągnięte zostały przy pomocy *promieni Roentgena*. Wkroczyliśmy tu, co prawda, w dziedzinę fizyki, po

dobnie, jak to już uczyniliśmy w pierwszym naszym wykładzie, tłumacząc niektóre własności powietrza.

Wiadomo powszechnie, że iskra elektryczna, przebiegając z jednego miejsca na drugie, czy to pod postacią błyskawicy, czy też wywołana sztucznie, zakreśla nie prostą, lecz zygzakowatą linię, co się tłumaczy oporem ze strony powietrza. Jeżeli jednak weźmiemy rurkę szklaną z wtopionymi z obydwóch końców drutami, które nam służyć będą za bieguny elektryczne, wypompujemy z rurki powietrze aż do  $\frac{1}{1000}$  atmosfery i puścimy iskłę, to rurka na całej swej długości zacznie świecić. Iskra, przeskakując, nie napotyka już tu oporu wskutek braku powietrza. Gdy rurki takie napełnimy silnie rozrzedzonymi gazami, jak np. wodorem lub tlenem i puścimy iskłę, to otrzymamy światło różnobarwne i przepyszną grę kolorów na całej długości rurki, ponieważ wewnątrz

nie ma już powietrza, któreby stawiało opór iskrze elektrycznej. Przyrządy takie noszą nazwę „rurek Geisslera,” od imienia prawdziwego artysty w sztuce wydmuchiwnia szkła—Geisslera.

Gdy z takiej rurki geisslerskiej wypompujemy powietrze o tyle, o ile się to osiągnąć daje, to jest, gdy ciśnienie powietrza w rurce doprowadzimy do jednej milionowej części atmosfery, czyli rozrzedzimy je znacznie bardziej, niż w rurkach Geisslera, to przy przepuszczaniu elektryczności otrzymamy nowe zjawiska. Tym

razem świeci się cała rurka, lecz z jednego jej bieguna, który nazywamy *katodą*, wybiegać będzie pęczek promieni, podczas gdy na drugim końcu, zwa-

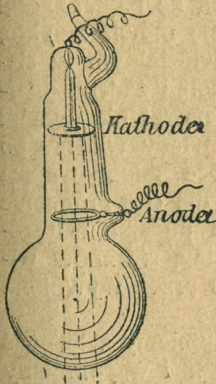


Fig. 16.

nym *anodą*, nie zauważymy prawie żadnych zjawisk świetlnych.

Jeżeli zamiast rurki prostej, użyjemy naczynia, jakie nam wyobraża fig. 16, to wówczas *promienie katodalne* zwrócą się nie w kierunku anody, lecz prostopadle do miejsca, gdzie anoda wchodzi do rurki i, odbijając się od ścianek naczynia, wywołają jasną plamę. Ta ostatnia za zbliżeniem magnesu do rurki zmienia swoje położenie. Widzimy zatem, że widzialne dla oka katodalne promienie, w przeciwieństwie do światła zwyczajnego, ulegają działaniu magnesu.

Roentgen zajął się zbadaniem własności promieni katodalnych nazewnątrz rurki <sup>1)</sup>, w której powstają. Doświadczenia były prowadzone w ciemnym pokoju. Kiedy rurkę włożono do pudełka z czarnej tektury, a więc zupełnie zakryto i na drodze promieni katodalnych umieszczono papier, nasycony *cyankiem barytu i platyny*, Roentgen zauważył, że papier zaczął wydawać żółte światło, czyli, jak się mówić zwykło, *fluoryzować*, t. j. stał się dla oka widzialnym w ciemnym pokoju. Zjawiska takiego dotąd żaden śmiertelnik nie tylko nie widział, ale nawet nie uważał istnienia jego za możliwe. Otóż wtedy właśnie po raz pierwszy skonstatowano wysoce zdumiewającą własność, jaką posiadają widzialne dla oka promienie katodalne, które, ukryte w czarnym pudełku tekturowym, przenikają przez tekturę i stają się znów widzialne, choć nie bezpośrednio, lecz przez wywołaną przez nie fluorescencję.

Pod nazwą fluorescencji rozumiemy własność wielu ciał, do których należy także i wspomniany

---

<sup>1)</sup> Roentgen posługiwał się początkowo rurkami, wyobrażonemi na fig. 16. Kształt tych rurek z biegiem czasu licznym ulegał przemianom, pomimo, że zasada ich pozostała wciąż ta sama. Z tego powodu uważaliśmy za właściwe przedstawić czytelnikowi pierwszą, a zarazem najprostszą, formę tych rurek.

cyanek barytu i platyny, zamieniania niewidzialnych ultrafioletowych promieni (mówiliśmy już o nich wyżej) na widzialne promienie świetlne. Tak np. każdemu dobrze znany zielonawy odbłysek, jaki posiadają handlowe gatunki nafty, polega na fluorescencji; którą wywołują zarówno ultrafioletowe promienie, znajdujące się w świetle dziennym, jak i nowo odkryte promienie Roentgena.

Niespodziewane zjawisko fluoryzowania w ciemnym pokoju papieru, nasyconego cyankiem barytu i platyny, można było wytłómaczyć tylko działalnością szczelnie zakrytej, zaciemnionej rurki, w której powstały promienie katodalne. Widocznem było, że w rurce znajdował się nowy rodzaj promieni, odmiennych od katodalnych, niewidzialnych dla oka, ale przenikających przez czarną tekturę. Gdy na drodze promieni katodalnych stawiano książkę lub deskę, to nie przeszkadzało to zupełnie fluoryzowaniu papieru z cyankiem barytu i platyny, ponieważ te nowe promienie wybornie przenikały przez te przedmioty.

Roentgen zauważył, że gdy na miejsce papieru fluoryzowanego postawić suchą, wrażliwą na światło kliszę fotograficzną, to na nią oddziaływują również niewidzialne dla oka promienie świetlne; jeżeli zaś pomiędzy kliszą a promieniami umieścić przedmioty twardsze niż papier i drzewo, to na kliszy po wywołaniu zwykłym sposobem, otrzymamy ciemne odbicie tychże przedmiotów.

Ponieważ promienie te przechodzą także przez mięso, a nie przenikają przez kości, więc gdy „oświetlimy,” o ile się tak wyrazić można o nieświecących promieniach, np. rękę, to na kliszy otrzymamy odbicie szkieletu ręki.

Podczas, gdy otrzymywanie fotografii przy zwykłym świetle uskutecznić można momentalnie, promienie Roentgena wymagają znacznie dłuższego wystawienia; zato mają tę właściwość, iż z ich pomo-

ca można fotografować przy świetle dziennem, gdyż wystarczy tylko położyć rękę na kasecie, w której zamknięta jest klisza i skierować na rękę promienie Roentgena, aby otrzymać fotografię szkieletu. Promienie przenikają przez drewnianą kasotę, nie przepuszczającą światła dziennego i oddziałują na kliszę.

Promienie Roentgena nie ulegają załamaniu w soczewce, z tego powodu wszystkie odbitki fotograficzne, otrzymywane przy ich pomocy, są ściśle tej samej wielkości, co fotografowany przedmiot. Inaczej zupełnie ma się rzecz we właściwej fotografii. Światło zwyczajne załamuje się w soczewkach i dlatego na kilku centymetrach kwadratowych możemy otrzymać odbicie dużego krajobrazu.

Niewidzialne dla oka promienie Roentgena zachowują się względem wrażliwych na światło soli srebra w taki sam sposób, jak i zwykle światło dzienne, tylko oddziaływanie ich jest znacznie powolniejsze. Nie są to ani ultrafioletowe, ani ultraczerwone promienie światła, ponieważ nie ulegają załamaniu w soczewce ani w pryzmacie. Nie można ich też nazywać światłem w dotychczasowym pojęciu tego wyrazu, ponieważ tych promieni nie widzimy; nie są to również promienie katodalne, te ostatnie bowiem świecą się w rurce. Magnes też nie działa, więc i prądami elektrycznymi nazwać ich nie możemy. Krótko mówiąc, promienie Roentgena są czemś zupełnie nowem, a przyszłość nam pokaże, jak spożytkować będzie można w nauce lub życiu codziennem to nowe zjawisko.

---

## Wykład XI.

---

Metale szlachetne i pospolite. — Rudy. — Złoto. — Platyna. — Woda królewska. — Szajdwaser. — Srebro. — Stosunek wartości złota do srebra. — Bimetalizm. — Waluta złota. — Redukowanie tlenków metali. — Wyrażanie związków siarkowych. — Surowiec. — Stal. — Żelazo sztabowe. — Piece hutnicze. — Żuźle. — Koks. — Proces pudlowy. — Żelazo walcowane. — Szyny kolejowe. — Stal cementowa. — Stal lana. — Stal Bessemera. — Surowiec zwierciadlisty. — Mangan. — Odfosforyzowanie żelaza. — Stal mieszana. — Spożytkowanie gazów wylotnych. — Regeneratory. — Piece płomieniste. — Cynk. — Galwanoplastyka. — Potas. — Sód. — Glin.

W życiu codziennem mówimy zwykle o dwóch wielkich grupach metali: o metalach szlachetnych i o kruszczach pospolitych. Zasadnicza różnica pomiędzy nimi polega na tem, że metale szlachetne nadzwyczaj trudno podlegają działaniu innych pierwiastków, a przedewszystkiem tlenu i siarki, które na kuli ziemskiej znajdują się w olbrzymiej ilości. Natomiast metale pospolite w przeciwstawieniu do pierwszych, niezmiernie łatwo łączą się z drugimi pierwiastkami czyli, inaczej mówiąc, tworzą z nimi chemiczne połączenia.

Skutkiem tego metale szlachetne znajdujemy w przyrodzie w stanie rodzimym i dobywanie ich jest stosunkowo łatwem. Zato metale pospolite, podlegając od wieków działaniu to tlenu, to siarki, za-

mieniły się w tlenki, związki siarkowe <sup>1)</sup>, lub inne bardziej złożone połączenia.

Ponieważ metale pospolite znajdują się w przyrodzie pod postacią połączeń, przeto, chcąc je spożytkować, trzeba się uciec do takiego procesu chemicznego, za pomocą którego dałoby się ze związków otrzymać wolne metale. Gdy związki takie spotykamy nagromadzone w tak znacznych ilościach, że ich przeróbka techniczna może przynieść korzyść, nazywamy je wtedy *rudami*.

Nie będziemy tu rozpatrywali wszystkich metali z osobna. Poświęcimy tylko kilka uwag kruszcom szlachetnym, poczem przejdziemy do żelaza, jako najważniejszego w życiu codziennym metalu. Zresztą, zapoznawszy się ze sposobem dobywania żelaza, będziemy mogli nabrać ogólnego pojęcia o otrzymywaniu innych metali.

Złoto i platyna znajdują się w ziemi prawie wyłącznie w stanie rodzimym. Spotykamy je w piasku rzeczonym lub innych piaskach napływowych, z kąd czysty metal wydobywa się przez płukanie. Piaski takie noszą nazwę złotych. Niekiedy złoto znajduje się wkropione w twarde pokłady, wówczas odpowiednie bryły bywają rozdrabniane, mielone i metale dobywa się przez wyplukanie wodą, albo za pomocą rtęci lub innych chemicznych odczynników, rozpuszczających złoto. W rtęci złoto rozpuszcza się bardzo łatwo, ale zato nie rozpuszcza się wcale w kwasach. Jedynie tylko mieszanina kwasu solnego z azotnym działa rozpuszczająco na złoto, a ponieważ alchemicy uważali ten cenny kruszec za króla innych metali, przeto mieszaninie wspomnianych kwasów nadali nazwę *wody królewskiej*.

---

<sup>1)</sup> Związki metali z siarką noszą nazwę *pirytów*, *blyszczów* lub *blend*. Dwa pierwsze rodzaje rud posiadają pozór metaliczny, blendy zaś nie czynią wrażenia metali.



Rozpuszczanie się złota w wodzie królewskiej wytlómaczyć można tem, że przy działaniu kwasu azotnego na kwas solny czyli chlorowodorny, wiązuje się chlor, bardzo energicznie oddziaływający na złoto, które przechodzi do roztworu pod postacią chlorku złota.

W ostatnich czasach, przy wydobywaniu złota ze zmielonej rudy, zaczęto stosować także *cyanek potasu i brom*.

Do oddzielania złota od srebra od najdawniejszych czasów używany bywa kwas azotny, szajd-waser (po niem. *scheiden* — oddzielać), który rozpuszcza srebro, a nie chwyta złota.

Dobywanie srebra jest już procesem daleko więcej złożonym, oprócz, naturalnie, tych wypadków, gdy metal znajdujemy w stanie rodzimym. Sposoby wydzielania srebra z połączeń nadają się wyłącznie tylko dlatego jednego metalu, są one jednak zbyt skomplikowane, żebyśmy je tu mogli rozpatrywać. Zaznaczymy tylko, że udoskonalenie chemicznej strony procesu przyczyniło się głównie do obniżenia ceny na srebro.

Daleko ważniejszem wydaje się nam wyjaśnić tak palącą dziś w stosunkach ekonomicznych sprawę uregulowania wartości tych obydwóch metali.

Najdawniejsze wiadomości, odnoszące się do tej kwestyi, sięgają roku 710 przed Nar. Chr. W fundamentach pałacu króla Sargona w mieście assyryjskiem *Khorsabad* znaleziono złote i srebrne blaszki z napisem, że 1 funt wart był tyle, co  $13\frac{1}{3}$  funta srebra. Zasluguje na uwagę, że ten sam stosunek zachowuje się w czasach późniejszych, w starożytnym Rzymie i wiekach średnich. Ale dokładny stosunek złota do srebra staje się dopiero wiadomy od roku 1687, odkąd kupcy zaczęli notować na giełdzie londyńskiej i hamburskiej ceny obydwóch tych metali.

Otóż, rozpatrując te dokumenty, przekonywuje-

my się, że stosunek tych cen w ciągu dwóch prawie stuleci, bo aż do 1874 roku, bardzo niewielkim ulegał wahaniom i 1 funt złota zawsze równał się mniej więcej  $15\frac{1}{2}$  funtom srebra. Dopiero rok 1874 przyniósł z sobą gwałtowne zmiany. Olbrzymi wzrost produkcji srebra w Ameryce, a następnie w Australii, sprawił, że na rynkach znalazła się naraz taka masa srebra, iż podaż znacznie przewyższyła popyt na ten metal.

Podobne zjawisko powtórzyło się wkrótce nie tylko z białym, lecz i z czerwonym metalem, a mianowicie miedzią, która znacznie spadła w cenie skutkiem nadprodukcji. Dziś mamy ten sam przykład w handlu zbożem: i tu nadprodukcya spowodowała takie same skutki. Artykuł, na który zbyt jest trudny, zawsze musi być taniej sprzedawany, to też, przy szybko postępującym rozwoju produkcji, srebro coraz bardziej taniało, aż w końcu doszło do tego, że za funt złota dawano 33 funty srebra.

Tak się przedstawia stosunek złota do srebra, rozpatrywanych z punktu handlowego, jako zwykły towar. A ponieważ oba te metale otrzymują się z odpowiedniego materiału surowego przy pomocy odpowiednich sposobów, a więc, jak każdy inny towar, podlegają ogólnemu prawu podaży i popytu.

O stopniowym rozwoju produkcji złota i srebra <sup>1)</sup> da nam pewne pojęcie następująca tabelka:

---

<sup>1)</sup> W 1893 roku cała ilość wyprodukowanego na świecie złota wynosiła 14,540 pudów, z czego przypada na Australię 3,387 pudów, Stany Zjednoczone 3,302 pudy, Afrykę 2,602 pudy i Rosyę 2,423 pudy. Aby módz wydobyć taką ilość złota, potrzeba było wypłukać 1,719 milionów pudów złotonośnego piasku i 18 milionów pudów rud. Z powyższych cyfr można wprowadzić przeciętną ilość złota, znajdującą się w 100 pudach. Wynosi ona około  $\frac{1}{6}$  części łyta.

W latach	Wyprodukowano uncyj:	
	złota	srebra
1871—1875	5,605,303	59,167,465
1876—1880	5,269,811	71,227,010
1881—1885	4,913,550	87,581,508
1886—1890	5,320,837	111,510,349
W roku		
1891	6,286,235	137,965,212
1892	7,041,822	152,939,986
1893	7,666,077	161,170,242
1894	8,820,227	149,100,000

Daleko więcej gmatwa się stosunek wartości tych metali, jeżeli zechcemy go wyprowadzić z monet. O składzie metalu w monetach pomówimy w następnym wykładzie, kiedy przejdziemy do aliażów.

Dopóki istniał stały stosunek pomiędzy złotem i srebrem, to jest do 1874 roku, było rzeczą obojętną czy mieć funt monety złotej, czy  $15\frac{1}{2}$  funta srebrnej—mówimy tu, naturalnie, o czystem złocie i srebrze, —w każdej bowiem chwili można było monety złote zamienić na odpowiednią ilość srebrnych i odwrotnie.

Panował wtedy normalny *bimetalizm*. Ponieważ obydwie metale nadawały się do wyrobu pieniędzy, więc też wszystkie państwa były swoje monety w stosunku wagowym 1 :  $15\frac{1}{2}$ .

Gdy wszakże nadszedł czas, że za funt złota dawano 16, 17 i więcej funtów srebra, wtedy państwa były zmuszone zaprzestać przyjmowania srebra, dostarczanego przez osoby prywatne do mennic, i wtedy to nastąpił koniec dla bimetalizmu.

Według obowiązującego prawa, państwa powinny były wybijać na jednakową sumę monet z  $15\frac{1}{2}$  funtów srebra i 1 funta złota. Tymczasem  $15\frac{1}{2}$  funta niewybitego srebra można było kupić za 0,9 funta złota lub nawet jeszcze taniej.

Skutkiem takiego stanu rzeczy, złote monety zaczęły szybko znikać z obiegu w państwach, trzymających się dwumetalicznego systemu, a to skutkiem następującej przyczyny. Kupcy, handlujący wartościami pieniężnymi czyli bankierzy, zaczęli wywozić złote monety za granicę, gdzie za funt czystego metalu dawano im już nie  $15\frac{1}{2}$ , lecz, dajmy nato, 30 lub więcej funtów srebra. Srebro to przywozili oni do kraju i sprzedawali je na monetę do mennicy, gdzie wybijano z  $15\frac{1}{2}$  funta srebra taką ilość monet, jaka odpowiadała 1 funtowi złotej waluty. Tym sposobem bankier, sprzedający funt złota w jednym kraju i wybijając otrzymane za nie srebro w drugim, zyskiwał na każdym funcie złota  $14\frac{1}{2}$  funta srebra. Ten stosunek wartości w ostatnich latach jeszcze bardziej się pogorszył, gdyż za 1 funt złota dawano 37 funtów srebra.

Gdyby więc jakieś państwo chciało wybijać monetę na rachunek osób prywatnych, to te ostatnie na każdym funcie złota zarabiałaby do  $21\frac{1}{2}$  funta srebra, a w tych warunkach nie pozostałoby w kraju ani jednej złotej monety.

Jeżeli ten stosunek wagowy zamienimy na pieniądze, to otrzymamy następujący rachunek: w Londynie, który wciąż jeszcze dyktuje ceny na wszechświatowym rynku dla szlachetnych metali, w ciągu długiego szeregu lat, aż do 1874 roku za jedną uncję (około 31 gramów) srebra płacono przecięciowo około 60 pennów, tymczasem w ostatnich czasach kupowano uncję już tylko za 25 pennów.

W państwie niemieckiem wprowadzona jest waluta złota, to też mieszkańcy Niemiec są zabezpieczeni od podobnych zmian kursu. W kraju tym przepisy prawa określają jasno, że z jednego kilogramu srebra należy bić 200 marek i to w takiej ilości, żeby na każdego mieszkańca przypadało 10 marek. W tych warunkach 20 marek srebrnych w monetach jednomarkowych w samej rzeczy nie

przedstawia bynajmniej takiej samej wartości, co jedna sztuka 20-stomarkowa w złocie. Gdyby ktoś stopił przypadkowo w ogniu te 20 jednomarkówek, to za stopioną bryłkę, zawierającą według prawa 100 gramów srebra, nie otrzymałby dziś nawet 8 marek, ponieważ w obecnej chwili kilogram srebra spadł do 75 marek. Tym sposobem 20 marek w srebrze posiada taką wartość tylko fikcyjnie, dzięki przepisowi państwowemu, który określa z góry, że przy jakichkolwiek wypłatach pieniężnych nikt nie jest obowiązany przyjmować więcej nad 20 marek w monecie srebrnej.

W Europie dotychczas jeszcze, i to dosyć nawet liczną, jest partya t. zw. *bimetalistów*, którzy, w powrocie do dawniejszego systemu monetarnego, kiedy wartość złota do srebra miała się, jak 1 : 15,5, upatrują możliwość poprawy warunków ekonomicznych, podniesienia wartości pracy, uregulowania stosunków społecznych i t. d. W rzeczywistości jednak ludzie ci marzą tylko o korzystniejszych, a bezpowrotnie minionych dla nich czasach.

Mniej radykalne jednostki z tego stronnictwa gotowe były zadowolić się stosunkiem 1 : 22, widzimy zatem, że i w obozie bimetalistów niema w tym względzie jednomyślności. Ale nawet i takie ustępstwo ze strony umiarkowańszych bimetalistów dalekiem jest jeszcze od rzeczywistego stosunku wartości złota do srebra, który w obecnej chwili waha się około cyfry 1 : 37.

To właśnie wahanie się kursu sprawia, że teoria bimetalistyczna traci dziś wszelką rację bytu. Bo gdyby nawet państwa porozumiały się z sobą i znów przyjęły za zasadę wybijanie złotej i srebrnej monety w pewnym określonym stosunku, np. 1 : 22, to posiadacze kopalni srebra na całej kuli ziemskiej niewątpliwie rozszerzyliby natychmiast produkcję. Podniesiona wartość srebra byłaby dla nich bodźcem do udoskonalania metod w celu dobytcia jak najwię-

kszych ilości metalu, a naturalnym wynikiem takiego stanu rzeczy byłyby znów nadprodukcya. Na rynkach znalazłaby się prędko taka masa srebra, że już żadne usiłowania nie byłyby w stanie ocalić systemu, opartego na międzynarodowym porozumieniu się państw. Doświadczenie lat ubiegłych przekonało do-  
wodnie, że bimetalizm upadł tylko skutkiem nadmiernej produkcyi srebra.

Bimetalizm nie mógłby być w żaden sposób urzeczywistniony w praktyce bez międzynarodowego porozumienia się państw między sobą. Gdyby bowiem jakieś oddzielne mocarstwo zaczęło wybijać u siebie dostarczane mu srebro w stosunku korzystniejszym niż 1:37, to niewątpliwie, jak to już wspominaliśmy wyżej, w przeciągu paru tygodni straciłoby wszystkie monety złote.

Jedynem racjonalnem dla państwa wyjściem z takiego położenia, jest przytrzymywanie się systemu jednometalicznego ze złotą walutą zasadniczą. Obywatele państwa mają wtedy w postaci złota trwałą, nie podlegającą wahaniom jednostkę monetarną, przy pomocy której daje się wymierzać wartość różnorodnych przedmiotów. To też nic dziwnego, że państwa cywilizowane, które dotychczas waluty złotej nie posiadają, czynią wszelkie usiłowania, aby ją pozyskać.

Jeszcze przed kilku laty bimetalisci wywołali w świecie pewien niepokój uporczywem twierdzeniem, że zapasy złota na kuli ziemskiej nie są wcale tak wielkie, żeby mogły dostarczyć wszystkim państwom złota w dostatecznej ilości. Według ich przekonania, zabrakłoby wkrótce złotej monety na potrzeby międzynarodowego handlu i przemysłu. Obawy te jednak zostały mocno zachwiane z chwilą, gdy odkryto bogate kopalnie złota w Afryce Południowej, upadły zaś one, przynajmniej dla współczesnego pokolenia, z odkryciem tak głośnych dziś kopalni w Klondyke, w Ameryce Północnej.

Bimetalisci nie są w stanie żadnymi środkami zapobiedz przyczynom, wywołującym ustawiczne wahania się ceny srebra, a tem samym nie mogą usunąć najważniejszej przeszkody, która istnienie bimetalizmu czyni niemożliwym. Gdyby nawet zdołali kiedykolwiek nakłonić państwa do bimetalizmu, to jedynym wynikiem tego byłoby tylko jeszcze większe zubożenie się amerykańskich i australskich posiadaczy kopalni srebra. Europejczycy nie odnieśliby z tego żadnych zysków, ilość bowiem dobywanego w Europie srebra jest bardzo nieznaczna. Inne korzyści, jakie wrzekomo, według zwolenników tego ustroju, ma przynieść z sobą system bimonetarny, posiadają zbyt problematyczny charakter, a bimetalisci nie dają nam żadnych pozytywnych dowodów, iż korzyści te dadzą się urzeczywistnić. Dowodzenia, oparte na ich teorii, są czysto abstrakcyjne i mogą oddziaływać jedynie na ludzi, nieświadomych istoty stanu rzeczy.

Liczba stronników bimetalizmu wzrosła, odkąd zaczęto na jego rzecz agitację wśród mas robotniczych. Wprawdzie większość uczestników zebrania ludowego zazwyczaj nie bardzo dobrze zdaje sobie sprawę z trudnego do zrozumienia przedmiotu rozpraw, mówca jednak, występujący w obronie swojej teorii, w tak żywych barwach kreśli obraz szczęścia, jaki ma sprowadzić za sobą ustrój bimonetarny, że oczarowani słuchacze powracają do domów, jako zdecydowani stronnicy bimetalizmu, chociaż znaczenia tego tajemniczego wyrazu nie rozumieją.

Coś podobnego przytrafiło się w roku 1826 w Petersburgu, gdy część wojsk wołała: „Niech żyje konstytucya!“ wytlómaczono im bowiem, że „konstytucya“ to imię nowej cesarzowej.

Od roku 1895 rządy Niemiec, Austrii, Anglii i Francji niejednokrotnie energicznie musiały się bronić przeciw żądaniom powrotu do bimetalizmu. W marcu 1896 roku zaprowadzona została złota wa.

luta w Rosyi, a w 1897 r. poszła za jej przykładem Japonia.

W listopadzie 1896 r. przypadały wybory na prezydenta Stanów Zjednoczonych. Na tych wyborach bimetalizm doznał ostatecznej porażki w osobie kandydata swego, Bryana, który nie uzyskał większości głosów i pomimo olbrzymich środków, przeznaczonych na agitację przez amerykańskich królików srebrnych, upadł w walce wyborczej. Upadek ten jest tem wymowniejszy, że nastąpił w kraju, produkującym największą ilość srebra.

Nie ulega bowiem wątpliwości, że bimetalisci nie dadzą za wygraną i zapewne w przyszłości często jeszcze gorąco bronić będą swoich przekonań; należy jednak wątpić, czy ich elukubracje przyniosą jaki wynik praktyczny, choć z drugiej strony niepodobna przewidywać, jak długo jeszcze społeczeństwu wypadnie liczyć się z tą partją utopistów.

Przejdziemy teraz do pospolitych metali. Jak już wspomnieliśmy wyżej, otrzymujemy je z rud, przedstawiających zwykle połączenie metali z tlenem lub siarką. Wytapianie metali ze związków tlenkowych uskutecznia się w wielkich piecach przez ogrzewanie rudy z węglem. Metale ulegają w tym procesie „redukcji“, czyli *odtlenieniu*, i proces odbywa się według wzoru:

Tlenek żelaza + węgiel = żelazo + tlenek węgla.

Rudy, zawierające siarkę, zostają najpierw wyprażone na powietrzu. Siarka spala się wtedy na kwas siarkawy, a metal zamienia się na tlenek metalu, który następnie przez ogrzewanie z węglem zostaje odtleniony. W tym wypadku przebieg procesu odbywa się według następujących wzorów:

Siarek cynku + tlen = kw. siarkawy + tlenek cynku  
 (czyli t. z. blenda (z powie-  
                   cynkowa)                    trza)



a dalej:

tlenek cynku + węgiel = cynk + tlenek węgla.

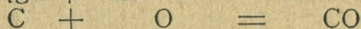
Wywiązujący się przytem kwas siarkawy ucho-  
dzi w powietrze i oddziaływa szkodliwie na roślin-  
ność. Z tego powodu nowowznoszone piece są dziś  
tak budowane, że kwas siarkawy można zebrać  
i przerobić na kwas siarczany.

W równaniach wyżej przytoczonych zana-  
czyliśmy, że przy odtlenianiu tlenków metalicznych  
za pomocą węgla, ten ostatni w wysokiej temperatu-  
rze pieca przechodzi w *tlenek węgla*, podczas gdy  
przedtem mówiliśmy, że węgiel, spalając się, prze-  
chodzi w kwas węglany, czyli dwutlenek węgla.

Postaramy się więc w krótkich słowach wyja-  
śnić stosunek tlenu do węgla i wytłómaczyć właści-  
wy przebieg spalania się węgla, co jest niezbędnem  
dla dokładnego zrozumienia różnych procesów meta-  
lurgicznych.

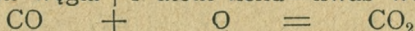
Wysoka temperatura wewnątrz pieca, przy ja-  
kiej odbywa się wypalanie rudy, sprawia, iż jeden  
atom węgla może się łączyć tylko z jednym atomem  
tlenu, skutkiem czego narazie powstaje tlenek węgla,  
który dopiero w dalszym ciągu przyłącza drugi atom  
tlenu i tworzy dwutlenek węgla, czyli kwas węglany.  
Proces zatem odbywa się według następującego ró-  
wnania:

Węgiel + 1 atom tlenu = tlenek węgla



a następnie:

tlenek węgla + 1 atom tlenu = kwas węglany



Widzimy ztąd, że tlennik węgla jest produktem  
spalenia, zajmującym pośrednie miejsce między wę-  
głem a kwasem węglanym.

A teraz pomówimy o sposobach dobywania że-

laza. Już z dawien dawna otrzymywano trzy gatunki żelaza:

*Surowiec*, zawierający 2,3<sup>0</sup>/<sub>0</sub> lub więcej węgla;

*Stal*, zawierającą 1,6<sup>0</sup>/<sub>0</sub> węgla, a niekiedy nawet i mniej, lecz w każdym razie więcej, niż

*Żelazo kute*, czyli sztabowe, które zawiera tylko około 1/2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> węgla <sup>1)</sup>.

Cyfry te należy zapamiętać, ułatwią one bowiem zrozumienie dalszych wywodów.

Surowiec stapia się stosunkowo dość łatwo, z tego powodu używany bywa do otrzymywania wyrobów lanych, kuć go jednak nie można. Stal daje się kuć, a przedmioty z niej wyrobione hartują się przez szybkie ostudzenie. Żelazo sztabowe daje się kuć również, ale hartować go nie można, wogóle zaś stal i żelazo nazywamy „kutem“ dlatego, iż rozpalone do białości stają się tak miękkie, że pod uderzeniem młota przybierają pożądaną formę. Nadto zarówno stal, jak i żelazo, są spajalne. Dwie sztaby żelaza lub stali, rozgrzane do białości, przy pomocy młota dają się spajać w jedną sztabę. Zachowują się one podobnie, jak rozmiękczone między palcami dwa kawałki wosku, z których przez ugniatanie można zrobić jedną bryłkę.

W technice rozróżniają dziś znacznie więcej gatunków żelaza, niżej tu wyliczyli, nam jednak wystarczy zapoznanie się z temi trzema głównymi odmianami. Istnieje tyle produktów pośrednich między stalą a kutem żelazem, że dziś poważną trudność stanowi rozpoznanie, z jakiego żelaza zrobiony jest dany przedmiot. To też o wiele właściwszem jest określanie gatunków żelaza według nazwy procesu, za pomocą którego zostały otrzymane.

Żelazo kute i stal otrzymywane bywają dwoma

---

<sup>1)</sup> Żelazo z zawartością 1,6 do 2,3% węgla nie posiada zastosowania w technice

sposobami: 1) surowy materiał, ogrzany do żywej czerwoności, lecz nie stopiony, zamienia się na produkt kowalny przez ugniatanie za pomocą walców, lub 2) surowy materiał stapia się na płynną masę i po częściowem ostudzeniu poddaje działaniu młotów lub walców. Pierwszy rodzaj nosi nazwę *żelaza* (lub stali) *szwejsowanego*, drugi *mieszanego*.

W celu otrzymania żelaza lub stali szwejsowanej służą następujące sposoby:

pudlingowanie,  
cementowanie i  
temperowanie.

Żelazo i stal mieszana otrzymywane bywają za pomocą

metody Bessemera, lub  
metody Siemens-Martina.

Trzymając się i w danym razie historycznego porządku, o wszystkich tych sposobach pomówimy niżej.

Wspominaliśmy już o tem, że każdy gatunek handlowego żelaza zawiera w sobie pewne ilości węgla. Każdy inny metal uwydatnia najlepiej swoje właściwości wtedy, gdy jest otrzymany w stanie możliwej czystości. Z żelazem tymczasem ma się rzecz przeciwnie, chcąc bowiem, żeby posiadało różnorodne właściwości, dzięki którym znajduje tak szerokie zastosowanie, powinno być mniej więcej, że się tak wyrazimy, zanieczyszczone węglem.

Więcej niż 2,3% węgla przybiera żelazo tylko przy bardzo wysokiej temperaturze, to też w starożytności nie znano wcale surowca. Natomiast kute żelazo znane już było od niepamiętnych czasów. Znalaziono np. kawał tego metalu w piramidzie, której wiek określono na 4,900 lat. W ogólności dobowanie żelaza szło w parze z cywilizacyjnym rozwojem danego kraju. Tak np. Cezar powiada, że kiedy przybył do Brytanii w środku piątego dziesiątka lat przed Chr., zauważył, iż w kraju tym żelazo

i złoto stały w równej cenie, żelazo bowiem tylko w niewielkiej ilości dostawało się do rąk mieszkańców przez przyjezdnych kupców.

W owych zatem czasach żelazo prawie że nie było znane w Anglii, w kraju, gdzie dokonano później najważniejszych odkryć w dziedzinie przemysłu żelaznego i gdzie przez długi szereg wieków produkowano największą na kuli ziemskiej ilość surowca. W ostatnich czasach w produkcji żelaza wzięły górę nad Anglią Stany Zjednoczone<sup>1)</sup>. Jako przykład nadzwyczajnej produktywności amerykańskich kopalni, wskażemy tu na szybki i olbrzymi rozwój kopalni żelaza w Mesabi, odkrytych na początku roku 1890. W r. 1892 wydobyto tam 4,245 tonn (po 1000 kilogramów) rudy, w 1893 produkcya wzrosła do 613,620 tonn, w 1894 dosięgła 1,972,170 tonn, a w obecnym czasie dochodzi już rocznie do 5 milionów tonn. W dziejach przemysłu europejskiego nie znajdujemy przykładu podobnie szybkiego wzrostu produkcji.

Aby wytłómaczyć jasno procesy dobywania żelaza, musimy przedewszystkiem dać czytelnikom pojęcie o sposobach osiągnięcia wysokich temperatur. Budowanie stosownych pieców stanowi dziś jedno z najciekawszych zadań techniki współczesnej.

Wyobraźmy sobie palący się na ziemi stos drzewa lub węgla, albo innego jakiegokolwiek paliwa. Płomień nie będzie zbyt silny, ponieważ dostęp powietrza, niezbędnego przy każdym paleniu, będzie niedostateczny. Zupełnie inaczej płonie ten sam materiał wtedy, gdy jest ułożony na odpowiednim rusz-

---

<sup>1)</sup> Zaznaczamy, że mowa tu tylko o produkcji surowca. Co się tyczy gotowych wyrobów ze stali i żelaza, to w ostatnich czasach Niemcy prześcignęły Angię. Kiedy bowiem 1882 roku Anglia wyrabiała dwa razy tyle towaru co Niemcy, to ostatnie w 1895 roku wyprodukowały 5,927,000 tonn, podczas gdy w tymże czasie Anglia dała tylko 4 miliony tonn.

cie z otworami. Powietrze ma tu otwarty przystęp od dołu, przez co płomień zyskuje znacznie na temperaturze. Po za tem należy jeszcze pamiętać o szybkim wydaleniu na zewnątrz kwasu węglanego i innych gazów, wytwarzających się podczas palenia. W tym celu na pewnej wysokości nad paleniskiem ustawia się komin. Wysoki komin daje niezbędny przeciąg, a nieustanny dopływ powietrza powoduje energiczne spalanie się paliwa.

Przeciąg w kominie wywołują następujące przyczyny. Kwas węglany, oraz azot, dopływający z powietrzem do pieca, rozgrzewają się silnie w ogniu i, rozszerzając się znacznie, stają się tem samem lżejsze od otaczającego powietrza; skutkiem tego gazy, dążąc ku górze, wsysają powietrze z zewnątrz przez ruszty i ułatwiają palenie.

W podobnie urządzonych piecach dają się już niektóre tlenki metali redukować, czyli zamieniać na czysty metal. Celem tego jednak niepodobna osiągnąć z tlenkiem żelaza, który wymaga pieców inaczej zbudowanych. Aby odtlenić żelazo, ilość powietrza, jaką komin wciągnąć może, jest bardzo niedostateczna, to też potrzeba je doprowadzić sztucznie do paleniska. Jako przykład takiego urządzenia na małą skalę mogą

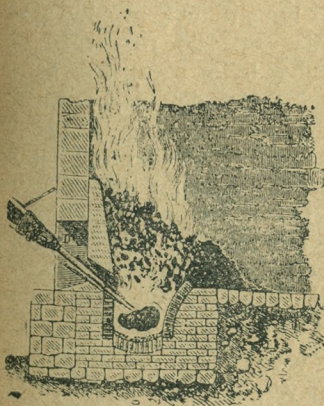


Fig. 17.

służyć ogniska kowalskie, do których powietrze wdmuchuje się za pomocą miechów.

Ludy starożytne posiadały umiejętność odtleniania żelaza w piecu kowalskim, a stosownie do spo-

sobów wyrobu, otrzymywano kute żelazo albo stal. Zależało to od ilości węgla, łączącej się z żelazem.

O dobroci otrzymywanego produktu stanowił gatunek rudy, a także w znacznym stopniu zręczność robotników, którzy umiejętność swoją przekazywali z jednego pokolenia na drugie. Tem właśnie tłómaczy się wszechświatowa sława, jaką w swoim czasie posiadały damasceńskie i toledańskie ostrza. Miejscowości te bowiem celowały w sztuce wyrobu stali, otrzymywanie której w piecach kowalskich przedstawiało wielką trudność. Ten starożytny, a dziś w technice zupełnie zarzucony sposób przerabiania rudy na żelazo, nosi nazwę *metody katalońskiej*.

W piecu kowalskim dają się odtleniać tylko rudy łatwo topliwe. W miarę tego, jak z rozwojem cywilizacji umiejętność dobywania żelaza rozpowszechniała się po świecie, konstrukcyę pieców stopniowo udoskonalano, bo nie wszędzie rozporządzano łatwo topliwą rudą i trzeba było obmyślać sposoby wytwarzania większego niż dawniej gorąca. Cel ten udało się osiągnąć przez obłożenie pieca kowalskiego dokoła kamieniami, przez co otrzymano t. zw. *piec szybowy* (patrz fig. 18). Tu już gorąco pieca nie rozpraszało się w przestrzeni, rozpalone kamienie zatrzymywały je i temperatura wewnątrz pieca podnosiła się tak wysoko, że odtlenione żelazo pochłaniało przeszło 2 procenty węgla i wylewało się z pieca strugą w postaci surowca.

Odkrycie to, według wszelkiego prawdopodobieństwa, dokonane zostało w południowej Alzacji, w pobliżu dzisiejszej Mülhuzy, najdawniejsze bowiem kawałki surowca pochodzą z tej właśnie miejscowości i sięgają 1490 roku. Tym sposobem wynalezienie surowca przypada jednocześnie z odkryciem Ameryki.

Otrzymywanie surowca rozpowszechniało się bardzo powoli. W Anglii zaczęto go wyrabiać w ro-

ku 1548, a w Niemczech pierwszy surowiec wytopiono dopiero w r. 1667.

Dzisiejsze *piece wielkie* (patrz fig. 18) są niczem innym, jak dawniejszymi piecami szybowymi, powiększonymi tylko do kolosalnych rozmiarów i zaopatrzonymi w najrozmaitsze przyrządy pomocnicze.

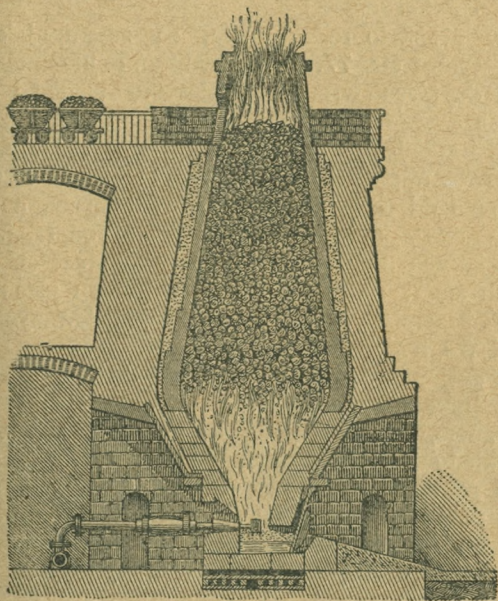


Fig 18.

O procesie wytapiania żelaza musimy jeszcze powiedzieć co następuje. Kiedy znajdująca się wewnątrz pieca ruda zostanie odtleniona na żelazo, to ostatnie osuwa się stopniowo ku dołowi, aż nakoniec dosięgnie miejsca tak gorącego, że pochłonie dostateczną ilość węgla i zamieni się w ciec. Spływając coraz bardziej na dół, żelazo musi przejść nareszcie

strefę, w której dopływa powietrze, doprowadzane do wnętrza przez *dysze*. Ponieważ w miejscu tem panuje bardzo wysoka temperatura, więc wskutek zetknięcia się z tlenem metal powtórnie zamieniłby się w tlenek żelaza, gdyby nie pomyślano o środkach zapobiegawczych. Tymi środkami zaradczymi są t. zw. *żuźle*.

Żuźle jest to rodzaj szkła, są zatem, jak już wiemy (patrz str. 77. II), podwójnymi krzemianami. Dlatego do pieca wrzuca się nie tylko węgiel i rudę, ale także *wapniak*, *glinę* (krzemian glinki), a niekiedy i *piasek*. Domieszki te bywają różnego rodzaju, zależą bowiem przedewszystkiem od gatunków rudy, a następnie od tego, jaki najodpowiedniejszy, a zarazem najtańszy materiał znajduje się pod ręką. Ze wspomnianych domieszek, oraz z obcych części, znajdujących się w rudzie, powstają w gorącu pieca roztopione krzemiany, zawierające przedewszystkiem glinę i wapno.

Wyżej wspomniane domieszki dodawane są do rudy z takim wyrachowaniem, ażeby powstały z nich żuźle, które stapiają się na szkło wtedy dopiero, kiedy żelazo pochłonie już dostateczną ilość węgla i zamieni się w surowiec. Roztopiona masa szklista pokrywa krople ściekającego surowca i chroni go od utlenienia w chwili, gdy tenże mija pas, w którym napotyka dopływ powietrza.

Zabezpieczony w ten sposób metal sływa do dolnej części pieca i tu, dzięki swemu ciężarowi, odziera się od szkła. Na dole osiada gatunkowo cięższe żelazo, na wierzchu zaś pływa lżejsza warstwa roztopionego szkła. I jedno i drugie wypuszczają z pieca w stanie płynnym<sup>1)</sup>. Po zastygnięciu żelazo

---

<sup>1)</sup> Podany tu przez nas rysunek wielkiego pieca (patrz fig. 18) zrobiony jest schematycznie, dla tem łatwiejszego zrozumienia procesu dobywania żelaza, nie daje wszakże dostate-



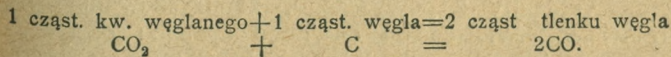
daje produkt, zwany ogólnie surowcem, ze szkła zaś powstają t. zw. żuźle.

Przemysł wytapiania żelaza z rud mógł się rozwinąć na wielką skalę dopiero po wynalezieniu surowca. Przedtem kowal mógł przerobić w jeden dzień dwie lub trzy bryły żelaza, wagi około 80 funtów, — nazajutrz zaś pracował w dalszym ciągu lub odpoczywał. Zupełnie inaczej ma się rzecz z otrzymywaniem surowca. Gdy huta żelazna rozpocznie fabrykację, to robota w niej ustawać nie może ani we dnie, ani w nocy; przerwa w pracy wywołałaby ostygnięcie pieca i uniemożliwiłaby na pewien czas otrzymywanie surowca. Taka nieprzerwana produkcja, wytwarzając ogromne ilości tego materiału, obniżyła znacznie jego cenę i rozszerzyła zastosowanie.

Huta żelazna wymaga znacznej ilości robotników, którzy pracują dniem i nocą, na zmiany. Zaniknął wskutek tego typ samodzielnego kowala, prze-

---

cznego pojęcia o dzisiejszej konstrukcyi pieców. Tak np. na rysunku przedstawiona jest tylko jedna dysza, podczas gdy w rzeczywistości jest ich 6 lub 7. Oprócz tego, na rysunku piec jest u góry otwarty i płomień wydobywa się na zewnątrz. Dziś budują piece zupełnie inaczej, a to z następującej przyczyny. Węgiel, stykając się z powietrzem, które w stanie ogrzanym wprowadzane bywa do pieca, spala się na kwas węglany. Rozżarzony kwas węglany unosi się w górę i trafia na również rozżarzony węgiel, skutkiem czego zachodzi między nimi reakcja chemiczna i powstaje tlenek węgla według równania:



Część tlenku węgla odtlenia rudę żelazną i zamienia się znów w kwas węglany, druga zaś część w mieszaninie z innymi gazami uchodzi, płonąc, w powietrze. Tak bywało dawniej; dziś piec zamknięty jest pokrywą, gaz zaś zapomocą rur zostaje odprowadzony albo pod kotły parowe, w celu ich ogrzewania, albo ogrzewa powietrze, wprowadzane do pieca przez dysze, lub też służy do jakiegokolwiek innego użytku.

twórcy rudy na żelazo; z rzemieślnika stał się on płatnym robotnikiem, właściciel zaś huty — wielkim przemysłowcem. Nie przykładą on już ręki do mechanicznego zajęcia; całym jego staraniem jest zbycie wyprodukowanego materiału po cenach, któreby pozwoliły opłacić fizyczną pracę robotników i ponadto dały mu pewien zysk osobisty; ten ostatni, jak tego dowodzą spotykane w życiu przykłady, prowadzi nie-raz do zebrania ogromnego majątku.

---

Surowiec zawiera zatem więcej niż 2,3% węgla; jeżeli więc oddzielić przez spalenie choć część tego pierwiastku, otrzymamy stal lub żelazo kute (patrz str. 126. II). Rzeczywiście, przez prażenie surowca w piecu kowalskim przy obfitym dopływie powietrza, część węgla spala się; surowiec traci wtedy topliwość i przetwarza się w miękką, ciastowatą masę, która, zależnie od zręczności robotnika, będzie stałą lub żelazem sztabowem. O wiele łatwiej otrzymywać to ostatnie, bo najtrudniej jest uchwycić chwilę krytyczną, kiedy żelazo zawiera dość jeszcze węgla, aby mu tenże nadawał własność stali. O wiele prostszem jest przygotowywanie żelaza kutego: tu należy tylko jak najdokładniej spalić węgiel w żelazie, a pozostanie go zawsze jeszcze dosyć, aby otrzymać własności żelaza sztabowego. Ten sposób przeróbki surowca na żelazo kute nazywa się *świeżeniem* czyli *fryszowaniem*.

Widzimy z powyższego, że fryszowanie jest o wiele łatwiejsze od dawnego sposobu otrzymywania żelaza bezpośrednio z rud; dlatego też metoda, która służyła ludzkości tysiące lat, szybko wyszła z użycia i dziś podstawą całego przemysłu żelaznego jest surowiec, wytapiany w hutach.

Tak stały rzeczy około r. 1620. W Anglii szczególnie, dzięki sprzyjającym okolicznościom, przemysł żelazny osiągnął ogromnych rozmiarów. An-

glicy z zapalem i umiejętnością wzięli się do spożytkowania bogatych pokładów rud żelaznych, a rzeki, przerynające ten kraj, ułatwiały przewóz gotowego metalu do morza, morzem zaś żelazo rozchodziło się do innych krajów. Brak szos i dróg dobrych czynił rzeki spławne nadzwyczaj ważnemi arteryami ruchu — to też produkcya żelaza w miejscowościach odległych od rzek lub mórz była prawie niemożliwa.

Jako materyał opałowy dla hut służył wyłącznie węgiel drzewny; silny popyt na niego sprowadził prawie zupełne wytrzebieenie lasów w Anglii, co, naturalnie, zmusiło do poszukiwania materyału, mogącego węgiel drzewny zastąpić. Gdyby dziś chciano używać tylko tego paliwa do otrzymywania surowca, to w przeciągu paru dziesiątków lat zniknęłyby lasy z powierzchni wszystkich cywilizowanych krajów.

Zamiast drzewnego, zaczęto w Anglii używać węgla kamiennego, choć właściwie ten ostatni nie nadaje się do opalania pieców hutniczych, a to z następującego powodu. Węgiel kamienny w czasie palenia wydziela z siebie substancye smołowe i staje się nawpół płynny. W piecu rozmiękczone kawałki pozlepiałyby się z sobą, utrudniając dostęp powietrza i uniemożliwiłyby równomierne rozpalenie pieca. Ażeby zaradzić temu, zaczęto węgiel przerabiać na koks. W tym celu umieszczano go w szczelnie zamkniętych komorach, gdzieby nie mógł płonąć z powodu braku powietrza i silnie go ogrzewano. O ułatwiające się przy ogrzewaniu gazy nie dbano wcale, chodziło tylko o pozostałość, którą stanowił koks (patrz str. 40. I). Po takim procesie węgiel kamienny pozbawiony jest wszystkich części lotnych i łatwo topliwych i zamienia się w koks, materyał twardy, nietopliwy i zupełnie do użytku w hutach żelaznych odpowiedni. Posługiwanie się wyłącznie koksem rozpoczęło się około roku 1700. Wszędzie, gdzie tylko

łatwo było o ten materiał, produkcja surowca wzrosła ogromnie. Wzrost ten zauważyć można szczególnie od początków bieżącego stulecia i wzmaga się on ciągle.

Dzięki twardości koksu, wysokość pieców dochodzi do 30 metrów, a pomimo to zawartość pieca nie zbija się w masę. W przeciągu doby piec hutniczy zużywa ogromne ilości rudy, węgla i różnych dodatków—a podniesienie tego wszystkiego w górę i wsypanie do pieca byłoby niemożliwe przy dawnych, nieudoskonalonych dźwigniach; dziś zaś maszyny parowe i kolejki żelazne pracę tę wykonywują z łatwością.

Piec hutniczy, ogrzewany węglem drzewnym, dawał w końcu zeszłego stulecia, w Styryi np. 3,000—4,000 kilogr. surowca na dobę; piec zaś koksowy najświeższej konstrukcji produkuje w tym samym czasie 300,000 kilogr.

Równocześnie z udoskonaleniem techniki przemysłu hutniczego postępuje i praca chemiczna nad badaniem procesów, zachodzących w samym piecu, bo nie są one tak proste, jakśmy to w naszym schemacie otrzymywania surowca przedstawili. Skoro tylko stwierdzono, że zawartość węgla zmienia własności żelaza, osiągnięto zdumiewające rezultaty w produkcji rozmaitych jego gatunków. Dzięki tym postępom, w ostatnich latach np. niezwykle rozwinął się i udoskonalił przemysł stalowy.

O sztuce wytapiania żelaza w dawniejszem znaczeniu mowy teraz być nie może; dziś umiejętność hutnicza stała się ogólną własnością techników-specjalistów; rozwój zaś danej huty zależy wyłącznie od czynników ekonomicznych, a nie od sekretów fabrykacji, któreby posiadał kierownik.

Tem się tłumaczy np., dziwny napozór, ogromny rozwój przemysłu hutniczego w okolicach Szczecina, choć nie ma tam ani rudy żelaznej, ani węgla, ani niezbędnego do żużli kamienia wapiennego. Ale

Szczecin jest wielkim portem morskim i dlatego to łatwo otrzymywać może wszystkie surowe materiały z Anglii i Szwecyi, nie opłacając od nich cła. To też żelazo, przygotowywane tam, konkurować może swobodnie z żelazem szwedzkim i angielskim, bo te ostatnie obłożone są cłem przy wwozie ich do Niemiec.

Widzieliśmy już, że brak węgla drzewnego zmusił przemysłowców angielskich do zastąpienia go kamiennym; otrzymane tym sposobem żelazo bywa zużytkowane na odlewy lub przerabiane na stal, albo żelazo kute. Ta przeróbka, nazwana fryszowaniem, dokonywała się dawniej w piecu kowalskim przy obfitym dopływie powietrza, przyczem węgiel surowca wypalał się z 2,5 na  $\frac{1}{2}\%$ , a surowiec stawał się żelazem kutem.

Do tej czynności za opał służyć mógł tylko węgiel drzewny, z powodu, że popiół węgla kamiennego lub koksu zawiera takie części składowe, które, przy zetknięciu się w stanie rozpalonym z żelazem, oddziałują na nie szkodliwie; żelazo, przygotowane za pomocą koksu, jest wtedy zupełnie niezdatne do użytku.

Wskutek tego, choć umiano już otrzymać surowiec tanio i w wielkich ilościach, cena żelaza nie obniżała się wcale, bo, po pierwsze, przy fabrykacyi trzeba było używać drogiego węgla drzewnego, a po drugie, można go było produkować tylko sposobem pierwotnym, w niewielkich ilościach.

Poważna zmiana zaszła dopiero po wynalazku Anglika Corta, w 1784 roku. Wpadł on na pomysł, aby przy otrzymywaniu żelaza oddzielić ognisko od surowca, tak, by popiół płonącego materiału nie dotykał się żelaza i nie wpływał na nie ujemnie. W tym celu Cort zbudował specjalne piece, t. zw. *plomieniste*. Sposób, przez niego wynaleziony, zwany *pudlowaniem*, dotąd jest w użyciu, choć w budowie samych pieców poczyniono już pewne zmiany. Jak widać na

rysunku fig. 19, przedstawiającym piec płomienisty, surowiec, umieszczony na ruszcie *C*, podlega tylko działaniu płomienia materiału opalowego, palącego się na ruszcie *A*. W ten sposób surowiec nie może wejść w zetknięcie z popiołem paliwa.

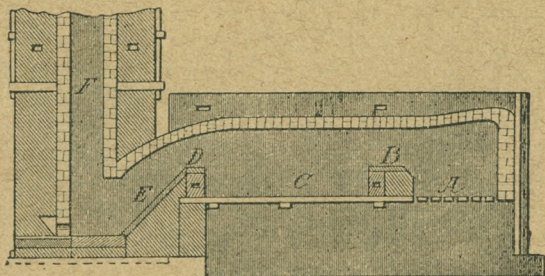


Fig. 19.

- A. Ruszt, na którym płonie materiał opalowy.
- B. Próg, rozdzielający ognisko od paliwa.
- C. Trzon, na którym surowiec rozgrzewa się i pudluje.
- D. Rozdziela trzon od
- E. kanału, przez który produkty spalania materiału opalowego skierowane są do
- F. komina.

Na trzonie, oddzielonym progiem od paliwa, można zatem ogrzewać znaczną ilość brył surowca, przyczem zawarty w nim węgiel stopniowo spala się i pozostaje w żelazie w nieznacznej tylko ilości; dla uniknięcia straty ciepła przez stygnięcie, piec jest czynny dniem i nocą. Obydwa te warunki pozwalają otrzymywać żelazo kute w dużych ilościach i prowadzić przedsiębiorstwo na sposób fabryczny. Ta sama ilość robotników przy pomocy pieców pudlowych może wykonać pracę dziesięć razy większą, niż przy dawnym sposobie frysowania. Do wszystkich zalet tego systemu przybywa jeszcze znaczna oszczędność paliwa.

Przed tym wynalazkiem kawałki żelaza sztabowego, otrzymywane w piecu kowalskim, bywały przekuwane albo ręcznie, albo za pomocą młota, poruszanego przez koło wodne (turbinę). Z tego powodu dawniejsze kute wyroby nigdy nie posiadały zupełnie gładkiej powierzchni i zawsze rozpoznąć na nich było można odciski uderzeń młota; dawało się to nawet zauważyć na żelazie sztabowym, które dziś ma pozór polewanego.

Ten pierwotny sposób kucia okazał się zupełnie nieodpowiednim dla wielkich ilości żelaza, dostarczanych przez piece pudlowe. Wtedy Cort wpadł na pomysł *walcowania* żelaza.

Rozpalone do czerwoności żelazo, t. j. takie, jakie wychodzi z pieca, wprowadzał on między system rowkowanych walców, nadających żelazu pożądaną formę (patrz fig. 20). Za pomocą śrub walce górne można dowolnie zbliżyć do dolnych, przyczem jedne służą do wygniatania sztab płaskich, drugie kwadratowych. Do wyrobu szyn kolejowych służą podobne walce z wycięciem odpowiedniego kształtu. Blachę otrzymuje się również przez zgniatanie żelaza zapo-

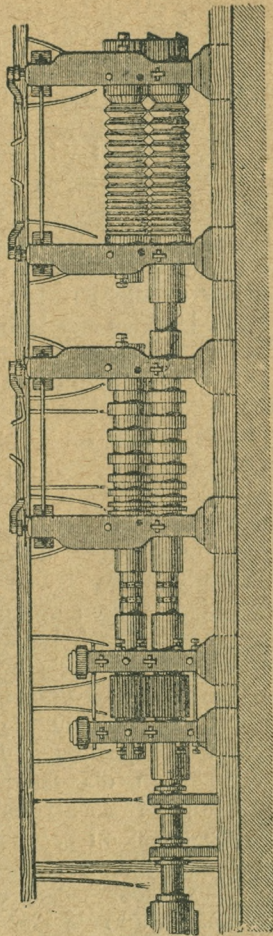


Fig. 20

mocą dw óch gładkich, nieznacznie od siebie oddalonych walców. W czasie tej roboty walce w zetknięciu z rozpalonem żelazem silnie się rozgrzewają, dla ochłodzenia więc splywa na nie ciągle strumień zimnej wody.

Cort, jak i większość wynalazców, nie zyskał żadnych materyalnych korzyści ze swych pomysłów, mających tak doniosłe znaczenie dla całej cywilizacji. Straciwszy wszystko, co posiadał, na różnorodne próby udoskonaleń w zakresie metarulgi żelaza, zmarł w zupełnej nędzy.

Pod koniec zeszłego stulecia James Watt wynalazł swoją maszynę parową. Działalność jej z początku była bardzo ograniczoną, bo parę otrzymano tylko w niewielkich kotłach z lanego żelaza, gdyż większych robić nie umiano. Położenie zmieniło się z chwilą, gdy przy pomocy walców zaczęto wyrabiać blachy żelazne, równomiernej grubości. Z blach takich (dziś to robią z blach stalowych) można budować kotły dowolnej wielkości; wielkie bowiem kotły mogą dawać odrazu znaczną ilość pary i wprawiać w ruch ogromne maszyny.

W początkach bieżącego stulecia zaznaczyło się dążenie, aby siłę pociągową koni zastąpić maszynami parowymi. Kopalnie angielskie, jak to już zaznaczyliśmy, znajdowały się zwykle w bliskości rzek; oddawna już posługiwały się one drogami, wyłożonemi drzewem, dla łatwiejszego przewożenia ciężarów z kopalni do statków na rzece. W tym celu kładziono na ziemi poprzeczne podkłady i łączono je między sobą długimi belkami.

Żeby zaoszczędzić częstego zmieniania długich belek, nakrywano je deskami, które, w miarę zniszczenia przez tarcie kół, zastępowano nowemi.

W 1767 r. w przemyśle żelaznym nastąpił kryzys, wskutek którego surowiec prawie zupełnie nie miał odbytu. W jednym z wielkich zakładów hutniczych, gdzie były ogromne zapasy tego materyału, aby nie



leżał tymczasem bezużytecznie, przelano go w długie płyty i użyto zamiast belek, umieszczając na poprzecznych podkładach drogi. W taki więc zupełnie przypadkowy sposób, powstały pierwsze szyny.

Próba przyniosła świetne rezultaty: po żelaznych belkach konie mogły ciągnąć znacznie większe ciężary, niż po drewnianych, zużywanie się żelaza okazało się minimalne, tak, że po skończonym kryzysie nietylko szyn nie rozebrano, ale i inne kopalnie poszły za tym przykładem.

To udoskonalenie dróg było podstawą dla przyszłych kolei żelaznych. W niedługim też potem czasie Stephenson zbudował pierwszą lokomotywę, mogącą jako tako funkcjonować.

Gdybyśmy przejrzeni mnóstwo nieudatnych projektów, dotyczących maszyn parowych, których plany znaleźć można w papierach angielskiego wydziału patentowego z owych czasów, zrozumielibyśmy odrazu cześć, jaką otaczali współcześni wynalazcę maszyn parowych za to, że on pierwszy rozwiązał zadanie, nad którym tyle umysłów pracowało bezskutecznie.

Po wynalezieniu metody pudlowania żelazo lane i kute stało się materiałem bardzo łatwym do otrzymywania; nie można tego było jednak powiedzieć o najcenniejszym gatunku żelaza — stali. Choć z teoretycznego punktu widzenia zdawałoby się, że nic łatwiejszego, jak wstrzymać proces pudlowania wtedy, gdy żelazo zawiera ilość węgla, potrzebną do nadania mu własności stali, w praktyce jednak się to nie udaje, i otrzymanie stali przez pudlowanie jest również trudne, jak i przez fryszowanie.

W początkach zeszłego stulecia, zatem na długo jeszcze przed wynalezieniem pudlowania, w północnej Francji zaczęto przygotowywać nowy rodzaj stali, t. zw. *cementowej*, sposobem dotąd nieznanym. Pierwszą pracę naukową o tej metodzie zawdzięczamy żyjącemu wówczas uczonemu, Réaumurowi

którego nazwisko jest ogólnie znane, dzięki jego skali ermometrowej.

Gdyby do żelaza udało się wprowadzić tyle węgla, aby zawartość jego z  $\frac{1}{2}\%$  wzrosła do  $1\frac{1}{2}\%$ , to żelazo, jak już o tem mówiliśmy, powinnyby nabrać własności stali. Na tej też zasadzie opiera się jej przygotowanie. W celu otrzymania stali układa się sztaby żelaza w skrzyniach z ogniotrwalej gliny, mogących pomieścić około 8,000 kilogramów, i przesypuje sproszkowanym węglem drzewnym. Skrzynie te w specjalnych piecach płomienistych ogrzewa się do 1,000 stopni w ciągu 6 — 8 dni. W czasie tego procesu węgiel stopniowo przenika w żelazo i zamienia je w stal.

Naturalnie, stal taka nie może być jednolita, ponieważ zewnętrzne części sztab zawierają więcej węgla, niż wewnętrzne. Wadę tę próbowano usunąć do pewnego stopnia przez silne przekuwanie młotem. Od 1811 roku stal cementową zaczęto wyrabiać w Niemczech.

W 1830 r. angielski zegarmistrz, Huntsmann, otrzymał stal zupełnie jednolitą, jakiej dotąd wyrabiać nie umiano. Zajmując się udoskonaleniem sprężyn zegarowych, zauważył on, że większa ich część łamała się w robocie wskutek niejednolitego składu stali; próbując ją ulepszyć, przekonał się, że niewielkie ilości stali cementowej można stopić w tyglu przy bardzo wysokiej temperaturze.

Jest to rzeczą zupełnie zrozumiałą. Jeżeli żelazo, zawierające 2, 3% węgla, daje się względnie łatwo stapiać, to czemuż miałyby się to nie udać z żelazem trochę uboższem w węgiel, przy odpowiednio podniesionej temperaturze.

Odkryta przez Huntsmanna *stal lana* przedstawia masę zupełnie jednolitą co do składu i jest materiałem, niedającym się niczem zastąpić. Sposób Huntsmanna utrzymywało w sekrecie parę fabryk angielskich, które naznaczały na swoje wyroby ceny

zupełnie fantastyczne. A jednak płacono je chętnie, bo nigdzie indziej podobnego materiału znaleźć nie było można.

Wielu techników usilnie starało się odkryć tajemnicę przygotowywania angielskiej stali. Szczególniej pracował nad tem Krupp, założyciel sławnych fabryk żelaznych, a choć on sam sekretu nie doszedł, ale syn jego wyrabiał już wyborową stal laną, która przyczyniła się do wszechświatowego rozgłosu jego zakładów.

Stal lana zadawalnia wszelkie wymagania, lecz, niestety, jest zbyt droga wskutek mnóstwa skomplikowanych procesów, połączonych z jej otrzymywaniem. I w samej rzeczy, najpierw surowiec musi być pozbawiony nadmiernej ilości węgla w piecu pudlowym; następnie trzeba go nasycić odpowiednią ilością węgla przez kilkodniowe silne ogrzewanie ze sproszkowanym węglem drzewnym; nakoniec tak otrzymaną stal cementową należy jeszcze stopić w tyglach przy bardzo wysokiej temperaturze.

W 1856 r. technika zdobyła nakoniec sposób otrzymywania taniej a dobrej stali, dzięki odkryciu Bessemera; podług jego metody, roztopiony surowiec zamieniony być może w stal laną bez użycia materiałów opałowych. Gdy piec pudłowy przerabia 3,000 klg. surowca na stal w przeciągu 24 godzin, sposobem Bessemera wykonywa się tę samą pracę w 15 minut.

W tym celu Bessemer umieszcza roztopiony surowiec w naczyniu gruszkowatym, do dna którego przeprowadzona jest rurka, zaopatrzona w szereg otworów do przepuszczania powietrza. Samo naczynie zrobione jest z nitowanej blachy i wyłożone wewnątrz gliną ogniotrwałą, która zabezpiecza ściany naczynia od wysokiej temperatury, rozwijającej się podczas procesu.

Nachyliwszy tę olbrzymią gruszkę, wlewa się do niej pewną oznaczoną ilość płynnego surowca.

Podczas gdy naczynie wraca do pierwotnego położenia, przez otwory w dnie wprowadza się powietrze do jej wnętrza za pomocą miecha. Przy przejściu powietrza przez płynny surowiec rozżarzony węgiel zaczyna płonąć, podnosząc ogromnie temperaturę <sup>1)</sup>; dochodzi ona do 2,000 stopni, dzięki czemu zawartość gruszki pozostaje w stanie płynnym w ciągu całego procesu. Przerobienie więc żelaza na stal nie wymaga zupełnie użycia paliwa. W ciągu dziesięciu minut węgiel spala się zupełnie; żelazo, znajdujące się teraz w gruszce, nie miałoby żadnego praktycznego zastosowania, gdyby do niego nie dodano pewnej ilości surowca. Ilość jego jest tak obliczona, aby mieszanina poprzednio otrzymanego żelaza i świeżo dodanego surowca zawierała taki procent węgla, jaki nadaje stali pożądane własności.

Zazwyczaj do nasycenia żelaza węglem dodają surowca manganowego (t. j. zawierającego mangan, metal bardzo podobny do żelaza), wpływającego bardzo korzystnie na gatunek stali z przyczyn, które za trudno byłoby tu bliżej określić. Ponieważ powierzchnia odłamka takiego surowca jest gładka i silnie odbija światło, nosi on więc nazwę *surowca zwierciadlistego*.

Istnieją dziś zakłady metalurgiczne, wyrabiające czysty mangan; zużytkowuje go się wyłącznie do fabrykacji stali Bessemera, bo sam przez się metal ten nie ma technicznego zastosowania.

Dzięki systemowi Bessemera, od 1856 r. stało się możliwe produkowanie taniej stali w dużej ilo-

---

<sup>1)</sup> *Krzem*, pierwiastek bardzo zbliżony pod względem chemicznym do węgla, znajduje się także jako domieszka w żelazie i przy bessemerowaniu spala się, wytwarzając znaczną ilość ciepła. Krzem łączy się z żelazem jeszcze w piecu hutniczym; przy wysokiej temperaturze niewielka ilość kwasu krzemowego, składającego się z krzemu i tlenu, ulega odtlenieniu i krzem rozpuszcza się w żelazie.

ści. Jedna gruszka mieści w sobie bowiem 10 do 16 tysięcy kilogramów surowca, który może być zamieniony na stal w ciągu kwadransa. Jeżeli roztopiony surowiec, wypływający z pieca hutniczego, wlać do gruszki i przerobić na stal sposobem Bessemera, potem zaś, gdy trochę ostygnie, przewalcować na szyny, — to przygotowanie szyn stalowych nie wymaga zupełnie użycia paliwa; ciepło, wyniesione z pieca najzupełniej do tego wystarcza.

Jako dopełnienie systemu Bessemera, objaśnimy jeszcze *odfosforzowywanie żelaza*, które ma na celu produkcję stali uczynić jeszcze tańszą.

Przyroda posiada znaczne ilości rud żelaznych, zawierających fosfor. Wytopiony z nich surowiec, wskutek zawartości fosforu, jest w najgorszym gatunku i można go używać tylko na najgrubsze odlewy, jak np. kraty i t. d., nie wymagające zbyt dobrego materiału. Przeróbka takiego surowca na stal lub żelazo zupełnie się nie opłaca, z powodu kruchości otrzymywanego produktu.

Przekonano się drogą analiz chemicznych już w latach trzydziestych, że fosfor jest przyczyną tej kruchości. Pomimo jednak usilnej pracy, nie wynaleziono sposobu na oczyszczenie surowca w piecu hutniczym. Dopiero Thomas i Gilchrist rozwiązali to zadanie w sposób niezwykle udatny.

Liczne doświadczenia przekonały, że przy bes-

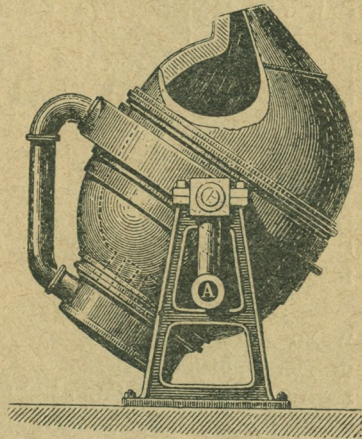


Fig. 21.

semerowaniu ściśle podług sposobu wynalazcy, najmniejsza nawet cząsteczka fosforu nie odłącza się od żelaza. Fosfor, zawarty w surowcu, całkowicie przechodzi do żelaza, a względnie do szyn, osi, kół wagonowych i t. p. Szyny zawierać mogą jeszcze 0,1, a najwyżej 0,2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> fosforu,— dla innych jednak wyrobów nawet dziesiąta część tej ilości jest niepożądana.

Metoda więc Bessemera nadawała się tylko do rud, nie zawierających zupełnie fosforu, jak rudy *Cumberlandu* i *Westmorelandu* na zachodnim brzegu północnej Anglii, również jak niektóre rudy Hiszpanii, Algieru, Szwecyi, Styryi i t. p.

To też niezwykle poruszenie w odpowiednich sferach wywołała wiadomość, że w Cleveland, na wschodnim brzegu Anglii, w wielkiej hucie żelaznej Bolckow, Vaughan et C<sup>o</sup>. udało się w gruzszce Bessemera z rud otrzymać stal, zupełnie wolną od fosforu.

Zanim Bessemer wynalazł swoją metodę, używano ogólnie szyn żelaznych, bo stalowe były za drogie. Sposobem Bessemera można jednak wyrabiać szyny stalowe tak tanio i w tak ogromnych ilościach, że szyny żelazne wyszły zupełnie z użycia.

Wskutek tego w Cumberland, t. j. na zachodnim brzegu Anglii, rozwinęła się na wielką skalę produkcyja szyn stalowych z miejscowych rud żelaznych, niezawierających fosforu; w Cleveland zaś nie wyrabiano ich, bo rudy, które tam dobywano, posiadały domieszkę fosforu i nie nadawały się do przeróbki na stal. Fabrykowano więc tylko szyny żelazne, lecz popyt na nie zmniejszył się coraz bardziej, bo nie mogły wytrzymać konkurencyi ze stalowymi.

Huty w Cleveland, aby móżdź prowadzić fabrykacyę w dalszym ciągu, zaczęły sprowadzać rudy hiszpańskie, nie zawierające fosforu. Przetapiano je

najpierw na surowiec, potem przerabiano na stal Bessemera.

Nowe to urządzenie dało dobre rezultaty, ale nie zadowolniło w zupełności właścicieli hut, bo obfite pokłady rud miejscowych spoczywały nieprodukcyjnie.

Metodę zużytkowania ich wynaleźli dwaj wyżej wymienieni technicy, a to w następujący sposób.

Mówiliśmy już wyżej, że Bessemer, aby zabezpieczyć swoje gruszkowate przetwory przed działaniem zbyt wysokiej temperatury, wykladał je wewnątrz materiałem ogniotrwałym. Materiał ten zawierał wiele krzemionki, zatem z chemicznego punktu widzenia był kwaśny. Thomas i Gilchrist zaś wpadli na pomysł wykładania wnętrza gruszki cegłą, zawierającą dużą ilość wapna, t. j. ciała o reakcyi zasadowej, a oprócz tego dodawali obficie wapna do surowca.

W wysokiej temperaturze gruszki Bessemera, jak już wiemy, spala się węgiel surowca; spala się i fosfor, wytwarzając kwas węglany. Dawniej gaz ten pozostawał wewnątrz gruszki i oddawał swój fosfor żelazu; przy ulepszonej zaś metodzie Thomasa i Gilchrista łączy się on z wapnem i tworzy fosforan wapnia.

Tym sposobem sprawa odfosforyzowania żelaza została rozwiązana. Surowiec, zawierający fosfor, daje wolną od tej domieszki stal, kwas fosforowy bowiem zostaje zatrzymany przez zasadową powłokę ścian retorty.

Powstający fosforan wapna, odpowiednio zmiełony, stanowi t. zw. *mąkę fosfatową Thomasa*, którą rolnicy używają pola. Szkodliwy zatem dawniej fosfor, został zamieniony na produkt, cieszący się bardzo dobrym zbytem, co się też przyczynia do znacznego obniżenia cen stali. Rudy żelazne, zawierające fosfor, jako bardzo w naturze pospolite, są znacznie tańsze od innych; 90 procent pokładów rudy

żelaznej, przed wynalazkiem Thomasa nie mogło być zużytkowanych, z powodu zawartości fosforu. Metoda Thomasa pozwala też na otrzymywanie żelaza bardzo w węgiel ubogiego, a co za tem idzie, miękkiego, które słuszniej żelazem sztabowem, niż stałą nazwać można. Z tej przyczyny sposób Thomasa, jako mniej kosztowny, stał się groźnym konkurentem dla pieców pudlowych, które dotąd były głównymi dostarczycielami kutego żelaza.

Nie należy jednak przypuszczać, aby tak proste na pozór ulepszenie przyszło z łatwością. Samo przygotowanie cegieł do wyłożenia gruszki wymagało długich lat pracy i prób bardzo kosztownych, przedsięwziętych bez pewności, czy to, co się udaje na małą skalę, równie praktycznym okaże się w wielkim, fabrycznym przemyśle.

Ponieważ znaczna część wielkich wynalazków jest rezultatem mozolnych i długich prac, a nie przypadkowego genialnego pomysłu, po ogłoszeniu każdego z nich powstaje zazwyczaj spór o pierwszeństwo. Tak np. myśl wyłożenia gruszki Bessemera powłoką zasadową, w celu defosforyzacji żelaza, była wypowiedziana jeszcze w latach sześćdziesiątych, a później podnoszona w 1875 i 1878 r. w literaturze fachowej różnych krajów uważano ją jeszcze za projekt zupełnie niewykonalny, gdy w 1879 r. w Anglii system ten został już zastosowany w praktyce.

Przechodzimy teraz do przeróbki surowca na żelazo kute przy pomocy t. zw. *temperowania*. Przygotowanie z żelaza kutego wielu przedmiotów, jak np. kluczy, zawias, rurek w kształcie  $\overline{\text{T}}$ , używanych przy instalacjach gazowych w mieszkaniach i t. d. jest trudne i drogie; o ile też przedmioty tego rodzaju nie przekraczają pewnych rozmiarów, wyrabiane są metodą temperowania. W tym celu surowiec wlewa się w odpowiednie formy, otrzymane wyroby układa w skrzynki ogniotrwałe i przesypują tlenkiem żelaza, który zastąpić można odpowiednią rudą żela-



zną. Podczas ogrzewania tych skrzyń do czerwoności w ciągu kilku dni, tlen rudy działa na węgiel surowca i spala go stopniowo, tak, że po wyjęciu ze skrzynek odlewy zawierają nieznaczną ilość węgla, nabierają własności żelaza kutego i mogą podlegać odpowiedniej przeróbce.

Oprócz wyżej wymienionych, istnieje jeszcze jeden sposób otrzymywania stali. Surowiec zawiera 2,3% węgla, a żelazo kute  $\frac{1}{2}\%$ ; jeżeli je razem stopić, to, przy odpowiednio dobranych ilościach, otrzymuje się produkt pośredni (patrz str. 126. II), który, odpowiednio do zawartości węgla, zbliża się do stali lub żelaza.

Wykonanie sposobu tego w praktyce przedstawiało z początku tę trudność, że nie umiano zbudować pieca płomienistego, którego temperatura byłaby dostateczna do stopienia surowca z kuteżelazem.

Po raz pierwszy stal tą metodą otrzymał Martin, ale dopiero w 1855 roku Siemens zbudował piec, w którym proces ten można było uskutecznić z łatwością.

Mówiąc o pudlowaniu, wspominaliśmy, że w systemie tym mało zmian zaszło od czasu Corta; ulepszenie tyczy się głównie sposobu ogrzewania. Cort do swoich pieców płomienistych zmuszony był używać wyborowego i kosztownego węgla kamiennego, któryby dawał długie płomienie. Obecnie ogrzewa się te piece gazem, powstającym w specjalnie urządzonych *generatorach*.

W tym celu na odpowiednich rusztach układa się wysoki stos materiału opalowego, chociażby nawet odpadków, trudnych do zużytkowania w inny sposób. Wskutek wysokiego stosu paliwa, węgiel tegoż, nie otrzymując dostatecznej ilości powietrza, nie może spalić się całkowicie, to też z „generatora” dobywa się nie kwas węglany, ale łatwopalny tlenek węgla (patrz str. 125. II) i inne gazy, powstające z paliwa pod wpływem gorąca. Gazy te również nie mo-

gą spłonąć z powodu braku powietrza. Przyłącza się do nich jeszcze azot, dochodzący z powietrzem przez ruszt pieca.

Z powyższego łatwo zrozumieć różnicę pomiędzy gazem z generatora a gazem, służącym do oświetlania; ten ostatni otrzymywany bywa przez ogrzewanie węgla w retortach, bez dostępu powietrza (patrz str. 40. I), nie zawiera azotu i składa się z ciał lotnych, łatwo palnych. Gazy, wytwarzane w generatorze, zostają następnie wprowadzone do pieca płomienistego, gdzie płoną, zmieszane z oddzielnie doprowadzonym powietrzem.

Ogromne udoskonalenie w ogrzewaniu gazowym sprowadził wynalazek *regeneratorów*. Gaz który już wypełnił zadanie, po spaleniu w piecu, przedostawał się do komina w postaci rozżarzonych, lotnych produktów palenia, czyli dymu;—znaczna zatem ilość ciepła ginęła bezpożytecznie w powietrzu. Regeneratory umożliwiły zatrzymanie i spożytkowanie ginącego dotąd ciepła. W tym celu wydobywające się rozżarzone dymy przeprowadzają się do komór, zabudowanych kratami z ogniotrwałej gliny. Dym, przepływając między niemi, rozgrzewa je, sam zaś, znacznie ochłodzony, uchodzi kominem w powietrze. Komory te są właśnie regeneratorami.

Gaz, opuszczając generator, t. j. miejsce, gdzie się wytwarza, przepuszczony zostaje przez taką właśnie rozpaloną komorę, czyli regeneratorem, tu się rozgrzewa i przedostaje do pieca płomienistego, gdzie natrafia na powietrze, niezbędne do palenia.

Powietrze, z którym się styka gaz, ogrzewa się w regeneratorem, zanim wejdzie do pieca. W ten sposób ciepło jest całkowicie spożytkowane i już tylko bardzo nieznaczna jego cząstka ulatuje z dymem.

Ponieważ za pomocą szybrów regeneratory dają się łączyć lub rozdzielać z kanałami pieca, można

je więc na przemiany rozgrzewać dymem lub używać do ogrzewania gazu i powietrza.

Oszczędność paliwa wynosi 40 do 50% w porównaniu z dawnym systemem.

Ale nawet i w piecach, zaopatrzonych w generatory i regeneratory, nie udawało się otrzymać stali lanej. Stało się to możliwem dopiero dzięki udoskonaleniom Siemensa, który, wychodząc z czysto teoretycznego punktu widzenia, przyszedł do wniosku, że, aby otrzymać możliwie najwyższą temperaturę, płomień nie powinien bić o ściany pieca, lecz mieć kształt ogromnego języka.

Do 1855 roku budowano piece płomieniste tej wielkości, aby płomień, o ile można, wypełniał je całkowicie. Siemens spróbował powiększyć rozmiary pieca i otrzymał zadziwiające rezultaty. Temperatura w piecu, przez niego zbudowanym, jest tak wysoka, że nawet cegła ogniotrwała z trudnością ją wytrzymuje; naturalnie wobec tego topienie żelaza, czy stali z łatwością daje się uskuteczyć. Z początku przy fabrykacji sposobem Siemensa i Martina wykładano piece cegłą o reakcyi kwaśnej, t. j. zawierającej znaczną ilość krzemionki; zastąpiono ją potem cegłą zasadową, co dało możność przerabiania materiałów zawierających fosfor. Stal, otrzymana tą metodą, jest zupełnie wolna od domieszki fosforu, żelazo zaś tak wyborowe, że produkt, otrzymywany za pomocą starego systemu pudlowego, ma w nim jeszcze groźniejszego współzawodnika, niż w żelazie, wyrabianem metodą Thomasa. Sposób Siemensa i Martina ma także tę wyższość nad innymi, że pozwala stare tanie żelastwo przerabiać na produkt wyborowy.

Czy ostatecznie wszystkie te systemy wyrugują z użycia kosztowne pudlowanie — przyszłość niedaleka pokaże.

---

Zapoznaliśmy się zatem z rozwojem przemysłu żelaznego aż do ostatnich czasów. Co się tyczy otrzymywania innych metali, jak np. miedzi, ołowiu, niklu i t. d., to, jak o tem wspominaliśmy już na str. 116. II, dobywanie ich zasadza się również na przetworzeniu rud naturalnych w tlenki metali i na odlenieniu tychże za pomocą węgla.

Pewien wyjątek w tym ogólnym sposobie postępowania stanowią tylko cynk oraz glin (aluminium), produkowany w ostatnich czasach na wielką skalę, — pomówimy też o nich nieco obszerniej.

Ozdobą wielu dawniejszych gmachów, jak np. zamków i kościołów, są ich pięknie patynowane dachy miedziane. Dziś do krycia dachów nie używa się miedzi, lecz cynku, który z czasem nabiera brzydkiej szarej barwy, ale zato jest o wiele tańszy. Dawniej cynku w tym celu nie używano, gdyż od stu lat zaledwie poznano sposoby przygotowywania blachy cynkowej.

Przyczyną, że cynk metaliczny i blacha, z niego wyrabiana, są tak niedawno dopiero znane, jest następująca okoliczność. Przy silnem ogrzewaniu tlenku cynku z węglem metal się redukuje i powstają: cynk i tlenek węgla, lecz proces ten odbywa się przy tak wysokiej temperaturze, że cynk, z natury swej względnie łatwo lotny, zamienia się w pary. Jeżeli zatem ogrzewać tlenek cynku z węglem w zwykłych piecach hutniczych, to cynk uchodzi w powietrze w postaci par; pary te jednak, spotykając się z tlenem atmosfery, przechodzą napowrót w tlenek cynku, tak, że otrzymywanie czystego metalu tą metodą staje się niemożliwe.

W połowie zeszłego stulecia zaczęto otrzymywać cynk w Europie (w Chinach, zdaje się, był on już dawniej znany), ogrzewając tlenek cynku z węglem nie w piecach, lecz w retortach, to jest w przestrzeni zamkniętej, na którą ogień działa z zewnątrz. Pary cynku, powstające w retortach, nie mogą się już

utleniać, z powodu braku powietrza, stygną więc powoli i zamieniają się w metal płynny, który następnie otrzymać można drogą destylacji. Wyrób blachy cynkowej datuje się jednak dopiero od początków tego stulecia i ogromne ilości tego metalu przerabiane są dziś prawie wyłącznie na blachę.

*Aluminium*, czyli glin, jest najmłodszy z metali, używanych w życiu codziennym, różni się też od nich znacznie. Minerał ten jest jednym z najpospolitszych na kuli ziemskiej. Jego połączenie z tlenem jest powszechnie znane pod nazwą gliny; wyraz zaś „aluminium“ pochodzi od *alumu* (po łacinie *alumen*), o którym dawno wiadano, że jest związkiem glinki, a mianowicie podwójną solą siarczanu potasu i siarczanu glinu.

Oprócz tego wiemy, że każda glina jest krzemianem glinki, czyli, ściślej mówiąc, krzemianem tlenku glinu. Każda więc cegła obfituje w aluminium i każda skorupa byłaby bogatą rudą tego metalu, gdyby tlenek glinu można było, tak jak inne tlenki, redukować węglem. Reakcja ta zaś nastąpić nie może, bo powinowactwo chemiczne tlenu do glinu jest znacznie większe, niż do węgla, skutkiem czego węgiel glinki nie odtlenia.

W laboratoriach chemicznych można otrzymywać metale nie tylko przez odtlenianie, lecz także za pomocą całego szeregu innych, nieraz bardzo skomplikowanych metod. Jedną właśnie z nich posłużyła do otrzymania glinu w 1827 r.

W latach pięćdziesiątych znów rozpoczynają się usiłowania, aby sposoby laboratoryjne przekształcić na metodę, która mogłaby być zastosowana w przemyśle.

Próby na wielką skalę podjęto podczas wojny krymskiej na rozkaz i kosztem Napoleona III, który miał nadzieję, że z lekkiego tego metalu będzie można robić pancerze dla wojska. Sposoby czysto chemiczne były jednak za kosztowne; glin nie stałby się

może nigdy tak tanim metalem, gdyby nie elektryczność, która poprzednio już nieraz służyła w laboratoriach do otrzymywania metali. Zastosowanie prądu galwanicznego dało możność produkowania glinu tanio i w wielkich ilościach.

W praktyce posługiwano się często elektrycznością, ale tylko do wydzielania metali z roztworów, przyczem tańsze metale pokrywano cienką warstwą droższych; tak dokonywano złocenia, srebrzenia, niklowania etc. Ale do otrzymania metali w większej ilości sposób ten był za drogi. Nazwano go *galwanoplastyką*, a od czasu tego wynalazku przedmioty srebrzone nadzwyczaj się rozpowszechniły. Sztuka pokrywania jednego metalu równą warstwą drugiego przy pomocy elektryczności była w 1839 r. prawie równocześnie odkryta przez *Jacobiego* w Rosyi i *Spencera* w Anglii; ich też zwykle uważają za wynalazców galwanoplastyki. Do tego czasu metale można było otrzymywać drogą elektrolizy tylko w postaci niewielkich, kruchych kawałków.

Należy zauważyć, że już od dość dawna badano działanie prądu elektrycznego na różne związki chemiczne. W 1775 r. *Priestley* zauważył, że iskra elektryczna, wywołana przez tarcie (jedyne, znany wówczas, sposób otrzymywania tej siły), rozkłada amoniak gazowy. Wiemy już (p. str. 61. I), że amoniak jest związkiem azotu z wodorem. Jeżeli przepuszczać przez niego iskry elektryczne, to po pewnym przeciągu czasu zamiast amoniaku, otrzymamy mieszaninę dwóch gazów: azotu i wodoru. Niepodobna było wówczas przypuszczać nawet, że spostrzeżenie to w sto lat potem obdarzy świat nowym metalem, glinem.

W 1782 roku zauważono, że iskra elektryczna rozkłada też i wodę na wodór i tlen, a w 1800 r. przekonano się, że nietylko elektryczność, wywołana przez tarcie, lecz i odkryty dziesięć lat przedtem *prąd galwaniczny* posiada te same własności.

Ponieważ ten ostatni otrzymywać się daje bez wielkiego zachodu przy pomocy baterij galwanicznych, a używać go o wiele łatwiej, niż iskiek maszyny elektrycznej, zaczęto więc w dalszym ciągu badać działanie prądu na związki chemiczne i w r. 1806 dobyto za pomocą elektrolizy nadzwyczaj lekki metal, *potas*, ze związków potasowych, a wkrótce potem *sód* ze związków sodowych.

Oba te metale zaliczają się do t. zw. metali lekkich; są one lżejsze od wody i łączą się tak chciwie z tlenem, że rzucone na wodę, zapalają się płomieniem. Przyczyna tego zjawiska jest następująca: zabierając wodzie tlen, metale te wytwarzają taką ilość ciepła, że gwałtownie oswobodzony wodór (woda, jak wiemy, składa się z wodoru i tlenu) zapala się na powietrzu i ogień ogarnia same metale.

Wskutek tych własności *sód* i *potas* nie mają do dziś praktycznego zastosowania. Glin przeciwnie, choć bardzo lekki, zachowuje się odpornie względem powietrza i wody, to też rozpowszechnienie jego nastąpiło bardzo szybko.

Po niezmiernie wielu próbach udało się наконец otrzymać aluminium za pomocą prądu galwanicznego. Sposób ten jest tak prosty, że trudno uwierzyć, aby wynalezienie go kosztowało tyle czasu i mozół, należy jednak nadmienić, że wydaje się on prostszym w opisie, niż jest w istocie. Glinka, czyli tlenek glinu, wprowadzony zostaje do roztopionej mieszaniny kryolitu (p. str. 85. II) i topnika, materiałów bardzo w naturze pospolitych; przez masę tę przepuszcza się prąd elektryczny. Tlenek glinu zostaje rozłożony przytem na części składowe: glin, w postaci roztopionego metalu opada na dno naczynia, tlen zaś uchodzi w powietrze. Wynalezienie metody tej rozwiązało nakoniec kwestyę otrzymywania glinu w postaci metalicznej.

---





## Wykład XII.

---

Aliaże. — Monety. — Bronz. — Patyna. — Mosiądz. — Tombak. — Talmigold. — Najzylber. — Alfenid. — Metal Brytania. — Aliaż czcionkowy. — Stal nikłowa. — Alkaloidy. — Morfina. — Metan. — Gaz acetylenowy. — Benzol. — Pirydyna. — Koniina. — Chinolina. — Kairyna. — Antypiryna. — Fenacetyna. — Środki narkotyczne. — Chloral. — Eter. — Anodyny. — Chloroform. — Środki antyseptyczne. — Jodoform. — Kwas karbolowy. — Sublimat. — Kwas salicylowy.

Metali używamy nietylko w stanie czystym; mieszaniny, przygotowane przez stopienie różnych metali, zwane aliażami, posiadają nieraz własności cenniejsze od samych metali i często znajdują zastosowanie do celów praktycznych.

Codzień np. mamy do czynienia z aliażami w postaci monet. Zarówno czyste złoto, jak i czyste srebro, są względnie bardzo miękkie, to też prędkoby się zużywały. Stare monety miałyby zatem znacznie mniejszą wartość od świeżo wybitych, czemu właśnie zapobiega użycie aliaży. Dlatego też do złota i do srebra dodają pewną ilość miedzi, dzięki czemu aliaż otrzymany jest znacznie twardszy od metali w stanie czystym.

W ostatnich czasach <sup>1)</sup> cały szereg państw,

---

<sup>1)</sup> Cały ten ustęp, zawierający w oryginale dane, odnoszące się do Niemiec, został przez tłumacza zastąpiony innym, w którym podał cyfry, zastosowane do monet, mających kurs w państwie rosyjskiem. (Przyp. tł.).

a mianowicie: Rosya, Francya, Belgia, Szwajcarya, Austrya, Włochy, Niemcy, Grecya, Rumunia, Szwecya, Dania, Japonia, Peru, Chili, Hiszpania i Stany Zjednoczone Północnej Ameryki, zaczęły bić monetę złotą 900 ej próby, t. j. zawierającą 900 części czystego złota na 1000 części aliażu; monety angielskie, perskie, tureckie, brazylijskie i portugalskie są 916-tej próby, egipskie zaś, gwatemalskie i meksykańskie 575-ej próby.

Próba monety srebrnej, t. j. zawartość czystego srebra w 1000 części aliażu, podlega w różnych państwach o wiele silniejszemu wahaniu. W większości państw, wybijających złotą monetę 900-ej próby, używają tej samej próby dla dużej srebrnej monety; drobna zawiera mniej srebra, 835 części na 1000 części aliażu. W Anglii ustanowiono dla srebra 925-ą próbę, w Holandyi 945-ą, 720-ą i 640-ą, w Portugalii 830-ą i t. d. W Rosyi używają aliażów 900-ej i 500 ej próby.

Monetami złotemi, bitemi w Rosyi, są dziesięciorublowe *imperyaly* i pięciorublowe *pólimperyaly*. Te ostatnie są prawie tej samej wartości, co dwadzieścia franków złotem (tylko o 0,1 centyma droższe), przedstawia to znaczne udogodnienie w stosunkach międzynarodowych.

Rubel srebrny, wskutek obniżenia ceny srebra, jest dziś prawie tańszy, niż rubel papierowy.

Co zaś do monety miedzianej; to z puda miedzi wybijają jej za 50 rubli; pud miedzi kosztuje w rzeczywistości o wiele taniej, niema to jednak żadnego znaczenia, ponieważ nikt monety miedzianej do wypłacania większych sum nie używa.

W Niemczech, oprócz miedzi, do wybijania bilonu używają aliażu z jednej części niklu i trzech części miedzi; moneta dziesięciofenigowa, t. j. jedna dziesiąta marki (około  $\frac{1}{2}$  kopiejki), składa się z 1-go grama niklu i 3-ch gramów miedzi.

Na monetę miedzianą używany bywa aliaż z 95

części miedzi, 4 cz. cyny i 1 cz. cynku; 300 pieniążków dwufenigowych, albo 600 jednofenigowych waży jeden kilogram.

Najbardziej rozpowszechnionymi aliazami są: bronz i mosiądz.

*Bronz* <sup>1)</sup> jest aliazem miedzi i cyny, z przewagą pierwszego metalu. Jestto jeden z najdawniej znanych aliazów. Póki nie umiano otrzymywać żelaza, wszystkie metalowe sprzęty i naczynia wyrabiano z bronzów, dlatego też uczeni ten okres historii pierwotnej ludzkości nazwali wiekiem brązowym.

Bronz i dziś produkowany bywa w wielkich ilościach i używany do najróżnorodniejszych celów. Nietylko w kształcie dzwonów dźwięk jego rozbrzmiewa po kraju, budząc sumienia i poruszając lepsze strony dusz ludzkich—ale i w postaci dział—(od niedawna dopiero zaczęto do wyrobu ich używać stali lanej)—rozstrzyga nieraz o losach narodów.

W celu otrzymania aliażu, najodpowiedniejszego do odlewu armat, wiele państw łożyło olbrzymie sumy na przeprowadzenie odpowiednich prób i badań; z literatury tego przedmiotu możnaby utworzyć całą bibliotekę.

Wyborne własności bronzu, jako materiału na odlewy, spowodowały prawie wyłączne używanie go do celów artystycznych; największe pomniki i posągi zazwyczaj bywają wykonywane z bronzu.

Dzieła sztuki, odlewane z tego metalu, nietylko nie ulegają zniszczeniu na otwartem powietrzu, lecz przeciwnie, pod działaniem wpływów atmosferycznych, nabierają pięknej rdzy, zwanej *patyną* <sup>2)</sup>. Patyna po-

<sup>1)</sup> Bronz, podług najnowszych badań, jest skróceniem wyrazów *aes Brundusinum*, t. j. metal brunduzijski (dziś Brindisi). Tak samo miedź, po łacinie *cuprum*, jest skróceniem wyrazu *aes cyprium*, metal cypryjski.

<sup>2)</sup> Jeżeli w pobliżu posągów brązowych znajdują się zakłady przemysłowe, które spalają znaczną ilość węgla ka-

siada tę właściwość, że nadając bronzowi barwę malachitowo-zieloną, nie odbiera mu metalicznego blasku, przebijającego z pod zabarwienia. Na tem polega różnica między patynowaniem a malowaniem: za pomocą odpowiedniego lakieru można statwę pokryć błyszczącą zieloną powłoką; polysk jednak będzie zawsze powierzchniowy, w przeciwieństwie do głębszego i piękniejszego odbłyску metalu z pod patyny.

Miedź daje się także stapiać z łatwością z cynkiem. Aliaż ten nosi nazwę *mosiądzu* i posiada szerokie zastosowanie. Chociaż sposób dobywania cynku poznano dopiero w zeszłym stuleciu, oddawna jednak wiedziano, że jeżeli przy wytapianiu miedzi z jej rud dodać innej rudy, którą w starożytności nazywano *kadmią*, a później *galmeą*, to otrzymany metal będzie barwy żółtej, nie zaś czerwonej. Pod nazwami więc kadmii i galmei rozumiano rudy cynkowe. Na 330 lat przed Chrystusem Arystoteles pisał: „W Indyach znajduje się miedź, którą tylko po smaku od złota odróżnić można“. Gdy bowiem ze złotych kubków wino smakuje wybornie, nalane do naczyń z metalu, w którego skład wchodzi miedź, nabiera nieprzyjemnego metalicznego obrzasku. Okoliczność tę uważał Arystoteles za dobry analityczny sposób odróżniania mosiądzu od złota.

Przy odpowiednim unormowaniu ilości miedzi i cynku, mosiądz zupełnie naśladowuje złoto. Nosi wtedy nazwę *tombaku* i służy do wyrobu różnorodnych przedmiotów. Jeżeli do tego aliażu dodamy trochę ołowiu, złudzenie będzie jeszcze większe, ale mosiądz tego składu na powietrzu łatwo się utlenia i czernieje. Tombak lub mosiądz, lekko pozłożony, nazywamy *talmigoldem*.

---

miennego, to okoliczność ta wpływa na odlewy szkodliwie, po pierwsze zanieczyszczając je dymem i sadzą, a po drugie, powstający przy paleniu węgla kwas siarczany (p. str. 43. I) przeskadza tworzeniu się patyny.

Należy się też wzmianka jednej jeszcze kompozycji, t. zw. *cuivre poli*, choć w ostatnich czasach zaczyna ona wychodzić z użycia. Aliaż ten zajmuje miejsce pośrednie między mosiądzem i bronzem. Cenią zbliża się do mosiądzu, ponieważ cynk jest trzy razy tańszy od cyny; można go uważać za bronz z znaczną zawartością cynku lub za mosiądz z nieznaczną zawartością ołowiu.

*Najzylber*, składający się z miedzi, cynku i niobu, był w powszechnem użyciu między latami 1820 i 1860, został jednak obecnie usunięty na dalszy plan przez przedmioty srebrzone galwanicznie. *Alferidem* nazywano posrebrzony najzylber, wkrótce jednak w tym celu zaczęto używać tańszych białych aliażów, jak np. *metal* *Britania*, składającego się z 90-ciu części cyny i 10 ciu części antymonu; dziś jednak ogólnie zastępują go jeszcze tańszymi kompozycjami.

Na zakończenie opiszemy jeszcze jeden metal, którym nie często wprawdzie spotykamy się w życiu codziennem, gra on jednak wielką rolę w naszym rozwoju umysłowym. Mówimy tu o *aliażu używanym na czcionki*.

Najważniejszą jego częścią składową jest ołów, do którego dodają trochę antymonu, cyny i innych podobnych metali. Nie zdołano dotychczas wyaleźć aliażu, któryby nie zawierał ołowiu, a zaletami dorównywał kompozycji, w skład której wchodzi ten metal. Próby w tym kierunku czynią się ciągle, ale aliaż czcionkowy, dziś używany, sprowadza wśród drukarzy ciężkie choroby wskutek chronicznego zatrucia ołowiem.

Widzimy więc, że tak często używane metale, jak miedź, cynk i inne, w postaci aliażów nabierają nowych cennych własności. Wyjątek w tym względzie stanowiło żelazo, które napróżno do ostatnich czasów starano się ulepszyć przez dodanie innego me-

talu. W r. 1895 metalurgicznym zakładom francuskim udało się podnieść zalety stali przez dodanie pewnej ilości niklu. Twardość najlepszej stali lanej ma się do twardości stali niklowej jak 4 do 7. Stal nikłowa używana dziś bywa do wyrobu dział wielkiego kalibru, łodzi torpedowych, a nawet, pomimo wysokiej ceny tego materiału, na pancernie okrętów wojennych.

Ze stali niklowej są przygotowywane w zakładach Kruppa wielkie wały do maszyn, które poruszają olbrzymie parowce, przeznaczone do podróży po oceanach. Dzięki wyborowemu gatunkowi tego aliażu, można wały te robić wewnątrz puste, gdy tymczasem dawniejsze, ze stali lanej, dla większej mocy, musiały być pełne. Wskutek tego oszczędność na ilości materiału pozwala wyrównać nadwyżkę w jego cenie.

Chemia oddawna już starała się zdobyć swoje oddać na usługi jednostki, która w czasie swego krótkiego istnienia jest zagrożona rozmaitemi cierpieniami i podlega im też często. W jednym z okresów jej historycznego rozwoju nauka ta nosi nawet nazwę *jatrochemii*, t. j. chemii lekarskiej, czyli medycznej. Na tem polu poczyniła ona w bieżącym stuleciu ogromne postępy, które zaćmiły w zupełności zdobycze dawniejszych badaczy. Pierwszym krokiem tego olbrzymiego rozwoju chemii było odkrycie *alkaloidów*, pod którą to nazwą rozumiemy pewne części składowe roślin, posiadające własności alkaliczne (p. str. 61. I).

Dawniej panowało ogólne przekonanie, że z roślin można otrzymywać wyłącznie albo kwasy, jak cytrynowy, winny i t. d., albo też substancje obojętne, jak krochmal i cukier. Dopiero w r. 1803 Derosne, badając niektóre leki roślinne, znalazł w opium „sól opiową,” jak nazwał otrzymany produkt, z odczytem zasadowym. W r. 1817 udało się otrzymać *zysłą* morfinę z tej mieszaniny różnych substancyj.

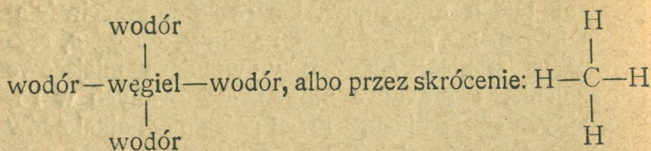
jaka właściwie była wyżej wymieniona sól opiowa; przy badaniu chemicznem okazało się, że morfina, produkt roślinny, jest rzeczywiście zasadą i daje sole w połączeniu z kwasami.

Nie będziemy tu szeroko rozwodzić się nad znaczeniem takich alkaloidów, jak *chinina*, przeciwdziałająca febrze, *morfina*, środek nasenny, *atropina*, rozszerzająca źrenicę, *kokaina*, wywołująca miejscowe znieczulenie, i mnóstwa innych, stosowanych w różnorodnych cierpieniach. Przed poznaniem alkaloidów używano także środków, zawierających te same substancje, ale były one tak pomieszane z innymi ciałami, zmieniającymi nieraz ich własności, że często nie działały wcale, lub też w sposób zupełnie niespodziewany. Można to zauważyć np., porównyując morfinę z opium (zaschły sok niektórych odmian maku), z którego ją otrzymują. Opium także używane bywa w medycynie, ale nie jako środek nasenny, którym *par excellence* jest morfina, w skład jego wchodząca.

Chemiczne badania pokazały, że cząsteczki tych alkaloidów posiadają bardzo skomplikowaną budowę. Poprzednio już mówiliśmy (p. str. 35 i 80), że aby dokładnie poznać jakąś substancję, niedość jest wiedzieć, z ilu atomów składa się jej cząsteczka, ale trzeba znać i porządek, w jakim się atomy w niej układają. Dopiero wtedy, gdy zostanie rozwiązane to, w wysokim stopniu trudne zadanie, chemik może się pokusić o wykonanie pracy przeciwnej, to jest, z atomów sztucznie układać cząsteczki i drogą syntezy otrzymać substancję, wytwarzaną dotychczas tylko przez naturę <sup>1)</sup>.

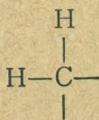
<sup>1)</sup> Co się tyczy ciał, o składzie względnie mało skomplikowanym, tak np. zwyczajny spirytus, któremu odpowiada wzór chemiczny  $C_2H_6O$ , to synteza jego cząsteczki z 2 atomów węgla, 6 wodoru i 1 tlenu, została dokonana już przed 40 laty. Spirytus, przygotowany takim czysto laboratoryjnym sposobem kosztuje jednak bez porównania drożej, niż otrzymywany fabrycznie przez fermentację.

Wspominaliśmy już poprzednio, że wszystkie ciała z zakresu chemii organicznej można wyprowadzić od węglowodoru, zwanego metanem, czyli gazem błotnym, który składa się z jednego atomu węgla i czterech atomów wodoru:

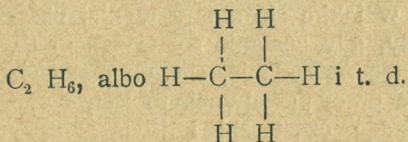


Ciała te można wytwarzać z metanu, zastępując w nim wodór przez inne atomy lub ich grupy, przyczem atom lub grupa jednowartościowa, to jest rozporządzająca jedną wolną jednostką powinowactwa, może zastępować w metanie jeden atom wodoru, grupy dwuwartościowe dwa atomy wodoru i t. d.

Tak np.:



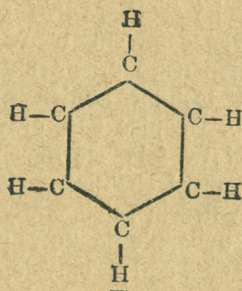
jest grupą jednowartościową, bo brakuje jej jednego atomu H; jeżeli połączyć ją z inną grupą jednowartościową, to otrzymamy węglowódor



Mówiliśmy już poprzednio, że łańcuchy atomów (bywają one niekiedy nadzwyczaj długie) mogą rozgałęziać się z boków, lub też tworzyć zamknięte pierścienie. Szczególniej łańcuch z sześciu atomów węgla przejawia dążność do tworzenia zamkniętej figury, a pierścień taki posiada zadziwiająco odporność przeciw wszelkim czynnikom, mogącym go rozerwać. Cały szereg reakcyi chemicznych nie jest w stanie



naruszyć jego budowy. Ponieważ narysowanie koła przedstawia pewne trudności, oddawna już przyjęto we wzorach chemicznych łączenie atomów węgla liniami prostymi, tak, że w danym wypadku zamiast koła, kreślimy sześciokąt. Figurę taką bardzo często spotkać można w dziełach treści chemicznej.



Węglowodór, przedstawiony na powyższym schemacie, jest najprostszym, jaki w tych warunkach można sobie wyobrazić. Składa się z sześciu atomów węgla i sześciu atomów wodoru, a wyrazić go można wzorem chemicznym  $C_6 H_6$ . Został on odkryty w r. 1825, a nazwano go *benzolem*, ponieważ wkrótce potem ciało to otrzymano z kwasu benzoowego. Teoria układu pierścieniowego cząsteczki benzolu była wypowiedziana przez profesora uniwersytetu w Bonn, Kekule'go w r. 1866 i pociągnęła za sobą nieprzewidywany rozwój chemii organicznej. Benzol jest jakby substancją pierwotną i macierzystą dla ogromnej ilości ciał; znajduje się on w smole węgla kamiennego i z niego też otrzymujemy wszystkie farby anilinowe.

W przemyśle farb anilinowych, również jak i sztucznych środków lekarskich, Niemcy, bez zaprzeczenia, zajmują naczelne stanowisko. Przyczyną tego, podług zdania kompetentnych, jest tryb kształcenia chemików w Niemczech, odmienny od spotykanego w większości innych krajów. „Młody An-

glik, kierujący się na technika — mówi prof. Ostwald <sup>1)</sup>—jest zbyt praktycznym, aby rozpoczynać studia nad chemią ogólną. Jeżeli, np. zamierza zostać farbierzem, oddaje się wyłącznie nauce farbiarstwa. W Niemczech, przeciwnie: każdy młody chemik stara się tam przedewszystkiem zapoznać gruntownie z chemią ogólną; jej zastosowanie praktyczne odkłada na później. Następstwem tego jest okoliczność, że, gdy w zakresie danego przemysłu zajdzie jaka zasadnicza zmiana, technik angielski musi naukę rozpoczynać nanowo, Niemiec zaś, przy swem szerszem wykształceniu, z łatwością się orientuje w sytuacji. Dzięki temu, przemysł chemiczny w Niemczech rozporządza znaczną ilością inteligentnych pracowników, posiadających odpowiednie naukowe przygotowanie, co stanowi jego wyższość nad przemysłem innych krajów.“

Nawet profan po przeczytaniu niniejszego dziełka zrozumie, że nauka chemii stała się dziś trudną. Mimo to jednak spostrzegamy, że w chwili obecnej zbyt wielu młodych ludzi jej się poświęca <sup>2)</sup>. Większość przystępuje do studyów tych z nieokreśloną nadzieją, że uda im się dokonać „cennego odkrycia,“ które zapewni im w przyszłości byt spokojny.

Ze wszystkiego, cośmy dotąd powiedzieli, ważny czytelnik pojmie, ile pracy kosztowało każde ważniejsze odkrycie i, że nadzieję łatwego dokonania czegoś nowego w tej dziedzinie można uważać za równie zwodniczą, jak wygraną na loteryi. Nie da się zaprzeczyć, że ci, którzy w latach siedmziesiątych zaczęli rozwijać teorię Kekule'go i wytworzyli przemysł farb anilinowych, doszli prawie wszyscy do poważnych rezultatów materialnych. Liczba ich jednak była w każdym razie ograniczona, a przemysł ten oddawna przestał być Eldoradem dla chemików,

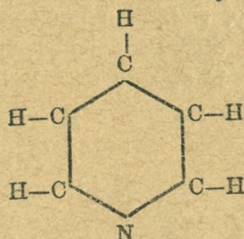
<sup>1)</sup> Profesor chemii uniwersytetu lipskiego.

<sup>2)</sup> Naturalnie, cały ten ustęp dotyczy wyłącznie Niemiec. J nas do takiej nadprodukcji chemików jeszcze daleko.

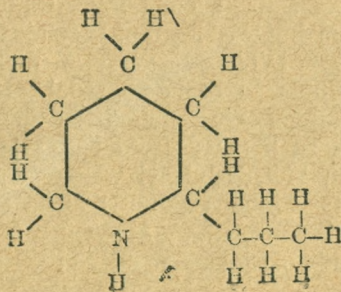
(Przyp. tłum.)

czy zaś w niedługim czasie otworzy się nowy obszar działania, równie pod względem materyalnym korzystny, jest rzeczą bardzo wątpliwą.

W latach ósmdziesiątych stwierdzono, że substancje, których cząsteczki mają układ pierścienia, składać się mogą nie tylko z węgla i wodoru, lecz i z innych pierwiastków, a przede wszystkim azotu. Znakiem chemicznym dla azotu jest litera N (od łacińskiego *Nitrogenium*), otóż jednym z najprostszych ciał o podobnej budowie będzie  $C_5 H_5 N$ .

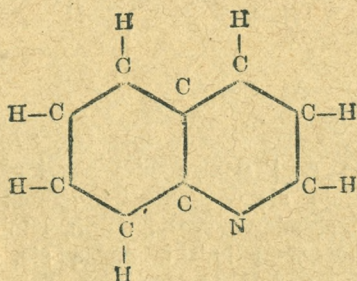


Ciało to nosi nazwę *pirydyny* i również, jak benzol, znajduje się w smole kamiennej; wszystkie alkaloidy, t. j. składowe części roślin, silnie oddziałujące na organizm ludzki, dadzą się, prawie bez wyjątku, wyprowadzić od pirydyny. Tak np. *koniina*, trujący alkaloid cykuty, wyraża się wzorem chemicznym  $C_8 H_{17} N$ . Atomy cząsteczki koniiny są ułożone w następujący sposób:



System, w jaki układają się atomy trującego pierwiastku cykuty, został odkryty przez Ladenburga, a w r. 1888 udało mu się sposobem laboratoryjnym pirydynę przerabiać na koniinę, otrzymywaną dotąd z rośliny.

Badania nad *chininą*, ogólnie znanym przeciwfebrycznym środkiem, nie dały jeszcze pozytywnego rezultatu, cząsteczka bowiem tego alkaloidu ma budowę o wiele bardziej skomplikowaną, niż cząsteczka koniiny. Z chininy jednak można z łatwością otrzymać chinolinę, stanowiącą produkt rozszczepienia się cząsteczki chininy. Chinolina posiada w swoim wzorze chemicznym dwa pierścienie: benzolowy i pirydynowy, ułożone w sposób następujący:



Chinolina.

Pomimo usilnych badań, nie dowiedziano się jeszcze, w jaki sposób pozostałe atomy chininy łączą się z pierścieniami chinoliny. Chinina jest do dziś dnia lekiem drogim (kilogram kosztuje około 25 rs.), wskutek czego i otrzymywana z niej chinolina, sprzedawana była po cenie wysokiej. Dziś tymczasem, choć chinina nie staniała, kilogram chinoliny dostać można za 5 rs.; zaczęto ją bowiem wyrabiać z tanich produktów destylacji węgla kamiennego.

Ponieważ chinolina stanowi niejako szkielet chininy, postawiono więc sobie następujące pytanie: czy rzeczywiście jest koniecznym do pierścienia chinoliny

przyłączać atomy lub ich grupy ściśle w takim samym układzie, jak u chininy, aby otrzymać środek przeciwfebryczny? Czy też może da się przygotować jakąś nową kombinację, któraby budową przypominała tylko chininę, a mimo to posiadała własność obniżania temperatury ciała u chorych na febrę.

Po wielu próbach, w r. 1881, otrzymano pierwszy sztuczny środek przeciw febrze, zwany *kairyną*. Dziś zapomniano o niej zupełnie, bo od tego czasu wynaleziono wiele leków, lepiej od kairyny działających. W chemii lekarstw podobny przykład nie jest bynajmniej jedynym; w ostatnich czasach wogóle zaczęto wyrabiać ogromną ilość nowych środków, mających zastępować dawniejsze; z kolei rzeczy i one szybko idą w zapomnienie, usuwane przez jeszcze nowsze preparaty.

Przekonano się też z czasem, że otrzymać można znaczną ilość substancji o budowie o wiele prostszej niż chinolina, a posiadających też same własności; przerzucono się więc do nich, jako znacznie łatwiejszych do przygotowania.

Najbardziej rozpowszechniły się: *antypiryna*, preparat bardzo skomplikowany w budowie, lecz nie pochodzący od chinoliny i *fenacetyna*, o względnie prostym wzorze chemicznym.

Wspominaliśmy już wyżej o *morfinie*, która, jako środek nasenny, uczyniła ogromny przewrót w medycynie, szczególnie od czasu, gdy angielski lekarz Wood, zastosował ją po raz pierwszy do wstrzykiwań podskórnych. Przekonano się wtedy, że wprowadzony najkrótszą drogą do krwi, alkaloid ten działa o wiele prędej i skuteczniej.

Przy częstem używaniu tego narkotyku może się jednak wyrodzić morfinomania; w celu uniknięcia tego niebezpieczeństwa oddawna już starano się znaleźć środek, mogący zastąpić morfinę. Wkrótce też potem otrzymano *chloral*, związek, pod względem chemicznym bardzo zbliżony do chloroformu.

Z czasem liczba takich substancji urosła ogromnie. Okazało się bowiem, że istnieje wiele ciał, różniących się znacznie między sobą, a posiadających własność wywoływania snu u ludzi i zwierząt. Zwyczajny spirytus jest także środkiem nasennym, ale nadmierne jego użycie pociąga za sobą nieprzyjemne skutki. Wiele innych środków posiada tę samą niedogodność, mianowicie działaniu ich towarzyszą przykre objawy, tak, że ilość tego rodzaju leków, które mogą być zastosowane w praktyce, jest dość ograniczona.

Celem środków nasennych jest wywołanie sztucznego snu, któryby, o ile możności, zbliżał się do naturalnego; są jednak narkotyki, po zastosowaniu których chory wpada w tak głębokie uśpienie, że nie odczuwa bólu przy najcięższych nawet operacjach.

Pierwszym środkiem, używanym do wywołania twardego snu, był *eter*, substancja, którą łatwo można otrzymać ze spirytusu.

Ponieważ dziś, jak i dawniej, przygotowują go przez destylację spirytusu z kwasem siarczanym, więc nosi on dotąd nazwę eteru siarczanego, choć oddawna wiadomo, że nie zawiera nawet śladu siarki.

Eter został odkryty przez profesora farmakognozyi w Wittemberdze, Walentyna Cordusa, w r. 1530, a już w r. 1541 wspomina o nim Teofrastus Paracelsus Bombastus: „siarka ta (tak nazywa eter) ma smak słodki, tak, iż ją kury chętnie piją, zasypiają potem na pewien czas i budzą się bez szkody dla zdrowia“ <sup>1)</sup>. Dopiero jednak w 300

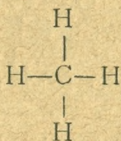
<sup>1)</sup> Paracelsus w dziełach swoich zaleca eter przeciwko różnym chorobom. W r. 1750 Hoffmann, lekarz z Halli, przygotował mieszaninę, składającą się z trzech części spirytusu i jednej części eteru i zalecił ją, jako lekarstwo, uśmierzające bóle. Od tej pory środek ten wszedł do medycyny ludowej pod nazwą *krópli Hoffmanna* czyli *anodyn*.

lat potem, doświadczenie Teofrasta stwierdzające, że eter sprowadza sen głęboki, nie szkodząc organizmowi, zostało zastosowane w praktyce.

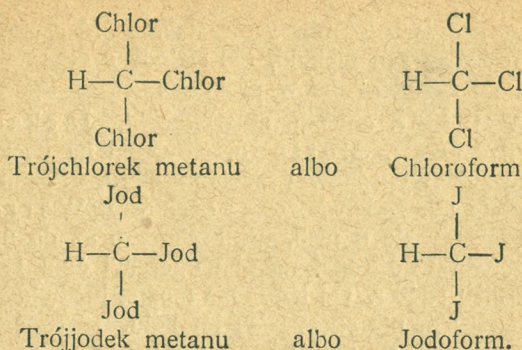
W 1846 r. chemik amerykański, Jackson, namówił dentystę, Mortona, aby ten na pacjentach swoich wypróbował działanie eteru. Rezultaty okazały się tak zadziwiające, że chirurg Warren, dowiedziawszy się o nich, uspił chorego aż do utraty wrażliwości i dokonał na nim operacji dnia 17-go października 1846 r. Od tego dnia można już było operować chorych, nie sprawiając im bólu.

Eter posiada jednak pewną niedogodność: jest tak łatwo palny, że przy stosowaniu go, niepodobna było używać, często niezbędnego dla chirurgów, rozpalonego żelaza. Szukano więc innego środka, i już w r. 1847 Limpson zastosował *chloroform*, używany do dziś dnia, choć wciąż jeszcze prowadzone są badania, celem wykrycia substancji, lepiej odpowiadającej celowi.

Liebig w roku 1831 otrzymał chloroform z chloralu. Dziś przygotowują go sposobem o wiele tańszym, przez działanie chlorku wapna na spirytus. Pod względem chemicznym jest to ciało o składzie bardzo prostym. Jeżeli w znanym nam już węglowodorze  $\text{CH}_4$ , t. j. metanie, trzy atomy wodoru zastąpimy trzema atomami chloru (jest to rzeczą bardzo łatwą do wykonania w laboratorium), to otrzymamy żądany środek nasenny—chloroform.



Metan.



Pod chloroform podstawiliśmy zaraz jodoform, który, jak to z powyższego wzoru widzimy, jest bardzo do chloroformu pod względem chemicznym zbliżony <sup>1)</sup>.

Zestawiwszy chloroform z jodoformem, przeszliśmy od środków narkotycznych do antyseptycznych, prowadzących prędkie gojenie się ran.

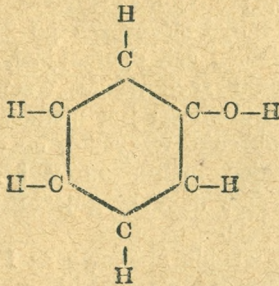
Postęp ten w leczeniu ran zawdzięczamy angielskiemu chirurgowi Listerowi, który przy badaniach swoich posługiwał się wynikami genialnych prac Pasteura nad drobnoustrojami.

Bakterye, unoszące się w powietrzu, gdy się dostaną do ran, wywołują w nich proces gnilny, pociągający za sobą często cierpienia ogólne, które nieraz kończyły się śmiercią. Ponieważ niepodobieństwem jest zabezpieczyć ranę przed dostępem powietrza, zaczęto w połowie lat siedmdziesiątych, dzięki pomysłowi Listera, używać do opatrywania ran środków dezynfekcyjnych, t. j. zabijających bakterye. W tym celu Lister stosował z powodzeniem *kwasy karbołowy*. Ciało to jest bardzo zbliżone do benzolu

<sup>1)</sup> Końcówka „*form*” pochodzi od łacińskiej nazwy kwasu mrówczanego—*acidum formicum*, ponieważ ten ostatni jest bardzo zbliżony chemicznie do jodoformu i chloroformu, a mianowicie pochodzi też od metanu



(patrz str. 165. II); posiada tylko więcej o jeden atom tlenu i ma następującą budowę:



Kwas karbolowy.

Kwas karbolowy otrzymujemy ze smoły węgla kamiennego, przez destylację.

Całą doniosłość metody, podanej przez Listera, zrozumiemy jasno, jeżeli uprzytomnimy sobie czasy wojny francusko-pruskiej, to jest rok 1870—71. Do opatrunku ran używano wówczas ogólnie szarpi, przygotowywanych ze starego płótna, nie przypuszczając wcale, jak wielką ilość zarazków chorobotwórczych wprowadza się w ten sposób do rany. Z całą pewnością można twierdzić, że stosowanie szarpi spowodowało śmierć wielu ranionych, których dziś łatwo przy życiu utrzymałby można. Dziś szarpi zostały zupełnie zarzucone; zamiast nich używa się waty, nasyczonej środkami dezynfekcyjnymi, a przez to pozbawionej bakterji.

Nie możemy tu pominąć milczeniem ulepszenia, stosowanego dziś we wszystkich, wzorowo urządzonych, szpitalach. Mamy tu na myśli t. zw. metodę „aseptyczną”, polegającą na niszczeniu bakterji przez wygotowywanie instrumentów operacyjnych, wyjaławianiu w strumieniu pary fartuchów i dokładnem wymywaniu rąk operatora mydłem i alkoholem. W ten sam sposób oczyszcza się miejsce na skórze, gdzie ma być dokonana operacja, po której ranę

przewiązuje się watą wyjałowioną i t. d. Chory unika tym sposobem zetknięcia z trującymi zazwyczaj środkami antyseptycznymi. Oczywiście jest, że metoda ta nie może być stosowana po za obrębem odpowiednio urządzonej sali operacyjnej, gdyż w zwykłym pomieszczeniu zachowanie wszystkich niezbędnych środków ostrożności jest niemożliwe.

Ponieważ obecnie wszystko, co się styka z ręką, nie wyłączając instrumentów i rąk operatora, podlega ściśle dezynfekcyi, gojenie więc następuje szybko i bez gnicia.

Naturalnie, wielkie operacye są i dziś połączone z niebezpieczeństwem, ale dzięki metodzie aseptycznej, usunięta została prawie zupełnie obawa zakażenia krwi, które dawniej zdarzało się bardzo często. To też metoda ta umożliwiła wykonywanie wielu operacyi, dawniej niezawodnie kończących się śmiercią.

Mamy obecnie ogromną ilość środków antyseptycznych, a popyt na nie wciąż wzrasta, dzięki postępowi, jakie uczyniła higiena i bakterjologia.

Jodoform, o którym wyżej była mowa, pomimo nieprzyjemnego zapachu, ma dotąd szerokie zastosowanie do opatrunku ran.

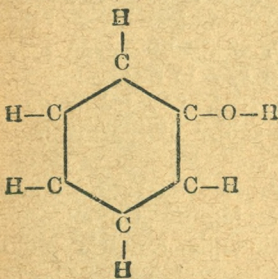
Bakterjologicy do swoich celów używają środka o wiele silniejszego i bezwonnego, jakim jest *sublimat*.

Sublimat, pod względem składu chemicznego, jest dwuchlorkiem rtęci. Jego roztwór wodny, nawet bardzo rozcieńczony, posiada ogromną siłę antyseptyczną i, gdyby nie był tak trujący, prawdopodobnie zastąpiłby wszelkie inne środki tego rodzaju.

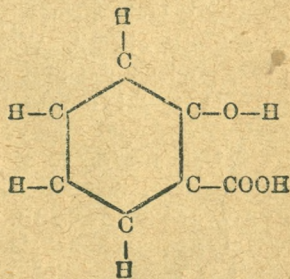
Do konserwowania artykułów spożywczych także używane bywają substancje antyseptyczne bez smaku i zapachu i nieszkodliwe dla zdrowia. Jedną z takich jest *kwas salicylowy*, otrzymany po raz pierwszy z kory wierzby (*Salix*), której też zawdzięcza swą nazwę.

Budowa cząsteczki kwasu salicylowego wskazuje nam, że jest on bardzo zbliżony do kwasu karbolowego.

Jeżeli w kwasie karbolowym zastąpimy pewien określony atom wodoru przez grupę atomów, zwaną *karboksylem*—COOH, to otrzymamy kwas salicylowy. Wzór chemiczny kwasu karbolowego jest  $C_6H_6O$ , kwasu zaś salicylowego  $C_7H_6O_3$ ; ten ostatni różni się więc od pierwszego tylko grupą atomów  $CO_2$ , która jest kwasem węglanym<sup>1)</sup>.



Kwas karbolowy.



Kwas salicylowy.

Kwas salicylowy dziś jest otrzymywany na wielką skalę z kwasu karbolowego sposobem, doprowadzonym do zupełnej doskonałości.

<sup>1)</sup> Na zakończenie zauważymy, że w książce niniejszej za pomocą wzorów chemicznych wskazaliśmy tylko na skład jakościowy danych ciał, co nam w zupełności wystarczało. Dla chemika jednak wzory mają o wiele większe znaczenie, pokazują mu bowiem stosunek wagowy, w jakim składowe części danego ciała pozostają wzajemnie do siebie. Oddawna już znane są sposoby określania ciężaru atomów różnych pierwiastków. Za miarę wzięto atom najlżejszego z gazów, wodoru i oznaczono jego ciężar liczbą 1. I tak np., atom węgla jest dwanaście, a atom tlenu szesnaście razy cięższy od atomu wodoru. Takie wiadomości umożliwiają ułożenie niezwykle prostego języka wzorów chemicznych, zrozumiałego dla chemików wszelkiej narodowości. Według słusznej uwagi Macka, system ten, z powodu swej prostoty, może być porównany z międzynarodowym językiem nut.

Istnieje też cały szereg produktów destylacji smoly kamiennej, bardzo tanich, bo nie wymagających dokładnego oczyszczenia. Posiadają one w wysokim stopniu własności antyseptyczne i są powszechnie używane do dezynfekcyi, a ich niska cena dozwala uboższym warstwom ludności zabezpieczać się od zarazków w czasie epidemii.

Ze wszystkiego, cośmy wyżej powiedzieli, łatwo ocenić, z jaką nieustającą energią postępuje praca w zakresie chemii. Wszystko, czego dostarcza przyroda, podlega pilnemu badaniu czy to z celem wzbogacenia nauki czysto teoretycznej, czy też w chęci zastosowania jej zdobywszy do celów utylitarnych.

Dziś nie dotyczą już chemii słuszne w swoim czasie słowa, wypowiedziane przez wielkiego Anglika, Franciszka Bacona z Werulam: „Chymicorum autem genus ex paucis experimentis fornacis philosophiam constituerunt phantasiam et ad pauca spectantem”, co się mniej więcej tłumaczy: chemicy, na podstawie niewielu doświadczeń, przy pomocy ognia dokonanych, utworzyli sobie pogląd na świat fantastyczny i niewielu zjawisk dotyczący.“

Dziś cała ta gałąź wiedzy nie okrywa się już płaszczem tajemniczości, jak niegdyś jej poprzedniczka alchemia i stoi dla każdego otworem. Niema też chyba człowieka, któryby nie uznawał za potrzebne obznajmianie się z głównymi zasadami chemii tych, co stoją zdala od nauki, aby w ten sposób rozszerzyć horyzont ich myśli, a umysłowi nadać większą siłę, jaśniejszy i ściślejszy pogląd na wszystko, co go otacza.

K O N I E C .



# SPIS RZECZY

## zawartych w tomie drugim.

### Wykład VII.

Garbarstwo.—Skóra.—Usuwanie włosów i wyprawianie.—  
Garbniki.—Kory.—Kwebracho.—Sumak.—Wyciągi garbnikowe.—  
Skóra podeszwowa.—Białoskórnictwo.—Skóra rękawiczkowa.—  
Kuśnierstwo.—Wyprawianie z pomocą żelaza lub chromu.—Za-  
mieszownictwo.—Pergamin.—Bielenie płótna na łąkach.—Farbko-  
wanie.—Blicharstwo.—Chlorek wapnia.—Antychlor.—*Eau de  
Javelle*.—Kwas siarkawy.—Woda utleniona.—Farbierstwo.—Bej-  
ce.—Lakki farbiarskie.—Barwniki smołowe.—Indygo.—Alizary-  
na.—Pasty farbiarskie.—Wyciągi z drzew farbiarskich.—Kam-  
pesz.—Drukowanie perkali. . . . . str. 5

### Wykład VIII.

Farby olejne.—Oleje schnące i nieschnące.—Olej lniany.—  
Pokost.—Lakier.—Atrament.—Celuloza.—Papier.—Klejenie masy  
papierowej.—Papier ze słomy i „alfy”.—Celuloza sodowa.—Ce-  
luloza siarkonowa.—Patenty. . . . . str. 29

### Wykład IX.

Wapno palone.—Potaż.—Soda podług Leblanca.—Kwas  
siarczany.—Sól Glauberska.—Kwas azotny.—Chlorek wapnia.—  
Regeneracja braunsztajnu.—Soda krystaliczna.—Regeneracja siar-  
ki.—Soda amoniakalna.—Sztuczny potaż.—Potaż z melasy.—Po-  
taż z wełny zapoczonej.—Mydło.—Potaż kaustyczny.—Soda kau-  
styczna.—Szare mydło.—Mydła „pełne.”—Mydło żywicznie-łoj-  
owe.—Woda twarda i miękka.—Plastry. . . . . str. 49

## Wykład X.

Szkło. — Zwierciadła. — Szkło potasowe. — Szkło sodowe. — Sztras. — Szkło rubinowe. — Szkło mleczne. — Glina. — Glina ceglarska. — Cegła. — Zaprawa wapienna. — Cement. — Polewa. — Wyroby garncarskie. — Wyroby kamienne. — Majolika. — Porcelana. — Fotografia. — Kamień piekielny. — Chlorek, bromek i jodek srebra. — Dagerotypia. — Wywoływanie klisz. — Talbotypia. — Sposób albuminowy. — Sposób kolodyonowy drogą mokrą. — Suche klisze, pokryte emulsią z bromku srebra. — Platynotypia. — Fotografia widma słonecznego. — Czerwone światło. — Retuszowanie. — Klisze wrażliwe na barwy. — Fotografia kolorowa. — Sposób chromowo-żelatynowy. — Druk kolorowy. . . . . str. 77

## Wykład XI.

Metale szlachetne i pospolite. — Rudy. — Złoto. — Platyna. — Woda królewska. — Szajdwaser. — Srebro. — Stosunek wartości złota do srebra. — Bimetalizm. — Waluta złota. — Odtlenianie tlenków metali. — Wyprażanie związków siarkowych. — Surowiec. — Stal. — Żelazo sztabowe. — Wielkie piece hutnicze. — Żużle. — Koks. — Proces pudłowy. — Żelazo walcowane. — Szyny kolejowe. — Stal cementowa. — Stal lana. — Stal B e s s e m e r a. — Surowiec zwierciadlisty. — Mangan. — Odforsoryzowanie żelaza. — Stal mieszana. — Żelazo mieszane. — Spożytkowanie gazów wylotowych. — Regeneratory. — Piece płomieniste. — Cynk. — Galwanoplastyka. — Potas. — Sód. — Glin. . . . . str. 115

## Wykład XII.

Aliaże. — Monety. — Bronz. — Patyna. — Mosiądz. — Tombak. — Talmigold. — Najzylber. — Alfenid. — Metal Britannia. — Metal czcionkowy. — Stal nikłowa. — Alkaloidy. — Morfina. — Metan. — Acetylen. — Benzol. — Pirydyna. — Koniina. — Chinolina. — Kairyna. — Antypiryna. — Fenacetyna. — Narkotyki. — Chloral. — Eter. — Chloroform. — Środki antyseptyczne. — Jodoform. — Kwas karbolowy. — Sublimat. — Kwas salicylowy. . . . . str. 157

---

## OD REDAKCYI.

---

Przypominamy, że z d. 28-go lutego upływa termin zniżenia ceny za trzy pierwsze tomy „Literatury” Chmielowskiego, dla prenumeratorów przybywających od N. R. 1900, z 6 rs. na 2 rs. Chcący jeszcze korzystać z tego zniżenia, winni dołączyć do prenumeraty za kw. I i II r. b. 2 rs., oraz, jeśli tomy otrzymują pocztą, na przesyłkę trzech pierwszych tomów bez oprawy k. 60, z oprawą k. 65.

Przypominamy również prenumeratorom *kwartalnym*, że jeśli nie chcą doznać przerwy w wysyłce tomów, powinni nadesłać przedpłatę na kw. II (rs. 2 k. 50 bez przesyłki, lub 3 rs. z przesyłką bez oprawy—a razem z oprawą rs. 4 w Warszawie, lub rs. 4 k. 50 na prowincyi) *przed 1 marca r. b.*

Zwracamy przytem uwagę na konieczność wyraźnego wypisywania adresów, oraz dokładnego określenia czasu, od którego i do którego ma się liczyć prenumerata.

Nowo przybywający prenumeratorowie od 1-go marca będą mogli otrzymać *cztery* pierwsze tomy „Literatury” (czwarty ukaże się przed 1 kwietnia), tylko za dopłatą rs. 8.

---

*P. Dar. w Omsku.* Elementarz i książkę do czytania wysłała księgarnia Gebethnera za zaliczką.

*Chemikowi.* Forma oprawy była przedmiotem długiego namysłu, i ostatecznie wybrano najpraktyczniejszą. Przy taniej oprawie nietylko materyał kosztuje, ile robotą. Oprawa w karton, z płótnem tylko na grzbiecie, byłaby bardzo niewiele tańszą, a znacznie mniej trwałą. Przytem wprowadzenie trzech kategorii pomnożyłoby liczbę omyłek przy ekspedycyi.—O Ruskinie myślimy. — Przedmowy dajemy krótkie i niekrytyczne, gdy nie widzimy potrzeby dłuższych i krytyczniejszych — ale wszakże bywały i takie. Do powieści hr. Leona Tołstoja, ponieważ tego autora dajemy po raz pierwszy i ze względu na jego stanowisko wszechświatowe, dodana będzie przedmowa bardzo obszerna i krytyczna. Za uznanie dla rubryki „Od Redakcyi“ dziękujemy.

*Prenumeratorem od początku.* Uwaga w zasadzie słuszna, to też tylko wyjątkowo ze względu na rzecz i na autora daliśmy powieść, drukowaną w tak upowszechnionem piśmie, jak „Kur. Warsz.“ Wydanie nasze jest poprawniejsze i kompletniejsze, gdyż w „Kur. Warsz.“ pominięto część rękopisu. Wstęp również autor świeżo napisał. Jest to zresztą pierwsze wydanie książkowe, a nie należy zapominać, że wielu prenumeratorem „Kur. Warsz.“ nie miało cierpliwości czytać kawałkami powieści, wlokącej się prawie przez dwa lata, i czekało na ukazanie się w druku całości.

*P. J. M. w Kolszanach.* Sz. Pani zapomina, że i „Historia Literatury Polskiej“ Chmielowskiego, chociaż niema numerów porządkowych, należy do „Biblioteki.“ Nie opuściliśmy żadnego tygodnia.

---

**W przyszłym tygodniu rozpoczynamy druk najnowszej powieści hr. L. Tołstoja p. t. „Zmartwychwstanie,” przełożonej, z upoważnienia autora, przez dra Gustawa Dolińskiego i poprzedzonej życiorysem, oraz obszernym wstępem krytycznym, pióra J. A. Święcickiego.**

---



## DOTYCHCZAS WYSZŁY:

### Tom.

1. Juliusz Słowacki. **Powieści poetyckie**, z przedmową *Piotra Chmielowskiego*.
- \*2, 3 i 4. Bolesławita. **Tułacze**, opowiadanie historyczne, z przedmową *Adama Pługa*.
5. Gustaw Le Bon. **Psychologia rozwoju narodów**, z przedmową *Juliana Ochorowicza*.
- \*6. Eliza Orzeszkowa. **Trzy nowelle**, z przedmową *Teodora Jeske-Choińskiego*.
- \*7. Iwan Turgeniew. **Z zapisek myśliwego**, w przekładzie i z przedmową *Klemensa Junoszy*.
- \*\*8, 9 i 10. Fryderyk hr. Skarbek. **Dzieje Księstwa Warszawskiego**, z przedmową *Piotra Chmielowskiego*.
11. Wiktor Gomulicki. **Cudna Mieszczka**, obrazek warszawski, z przedmową *Teodora Jeske-Choińskiego*.
12. Jan Kochanowski. **Psałterz Dawidów**, z przedmową *Bronisława Chlebowskiego*.
13. Jan Zacharyasiewicz. **Zakopane skarby**, powieść, z przedmową *Teodora Jeske-Choińskiego*.
- 14 i 15. Bolesławita. **Czarna Perelka**, powieść, z przedmową *Teodora Jeske-Choińskiego*.
- \*16. Julian Mohort i Klemens Junosza. **Listy do przyszłej narzeczonej i Listy do cudzej żony**, z przedmową *Teodora Jeske-Choińskiego*.
- \*17. Teodor Jeske-Choiński. **Słumione iskry**, powieść, z przedmową *Ignacego Matuszewskiego*.
18. Juliusz Słowacki. **Poemata**, z przedmową *Piotra Chmielowskiego*.
- \*19. Władysław Smoleński. **Szkoły historyczne w Polsce** (główne kierunki poglądów na przeszłość) studjum, z przedmową *Aleksandra Rembowskiego*.
20. Maryan Gawalewicz. **Szkice i obrazki**, z przedmową *Teodora Jeske-Choińskiego*.
21. Piotr Chmielowski. **Liberalizm i obskurantyzm na Litwie i Rusi (1815—1825)**, z przedmową *Bronisława Chlebowskiego*.
- 22 i 23. Franciszek Wężyk. **Władysław Łokietek**, powieść historyczna, z przedmową *Juliana Mohorta*.
- \*24. Roman Plenkiewicz. **Kształcenie młodzieży** (Nauczanie początkowe i średnie), z przedmową *Juliana Ochorowicza*.
- \*25. Zygmunt Krasiński. **Irydyon**, z przedmową *Piotra Chmielowskiego*.

Tom.

- \*26, 27, 28 i 29. F. Bernatowicz. **Pojata, córka Lezdejki**, z przedmową *Teodora Jeske-Choińskiego*.
- \*30. Julian Ochorowicz. **Wiedza tajemna w Egipcie i Istota bytu**, z przedmową *Ignacego Matuszewskiego*, z ilustr.
- \*31. Klemens Junosza. **Na zgliszczach**, powieść wiejska, z przedmową *Teodora Jeske-Choińskiego*.
- \*32 i 33. Anna Potocka. **Pamiętniki**, tłumaczyła J. A., z przedmową *Piotra Chmielowskiego*.
34. H. Lachambre i A. Machuron. **Wyprawa Andréego balonem do bieguna**, w przekładzie M. O., z przedmową *Juliana Ochorowicza*, z ilustracyami.
- \*35 i 36. Berta baronowa Suttner. **Precz z orężem!** historia prawdziwa, obrobił Włodzimierz Trąmpczyński, z przedmową *Teodora Jeske-Choińskiego*.
37. Fryderyk hr. Skarbek. **Pamiętniki Seglasy**, z przedmową *Piotra Chmielowskiego*.
- 38 i 39 Fridtjof Nansen. **Podróż do bieguna północnego**, w przekładzie i z przedmową *St. Janiszewskiego*, z ilustr.
- 40, 41, 42. Wiktor Hugo. **Rok dziewięćdziesiąty trzeci**, z przedmową *J. A. Święcickiego*.
- \*43. Klementyna z Tańskich Hofmanowa. **Dziennik Franciszki Krasieńskiej**, z przedmową *T. Jeske-Choińskiego*.
44. Wiktor Biernacki. **Nowe dziedziny widma**, z przedmową *Juliana Ochorowicza*, z ilustracyami.
- 45 i 46. Hr. A. K. Tołstoj. **Książę Srebrny**, z przedmową *J. A. Święcickiego*.
- \*47. Juliusz Słowacki. **Beniowski**, z przedmową *Piotra Chmielowskiego*.
- \*48 i 49. Teodor Tomasz Jeż. **Szandor Kowacz**, z przedmową *Piotra Chmielowskiego*.
- \*50. Adam Krechowiecki. **Stella.—Tartówna**, z przedmową *Teodora Jeske-Choińskiego*.
51. G. Kraemer. **Syberya i znaczenie wielkiej kolei Syberyjskiej**, w tłumacz. i z przedmową *Włodz. Trąmpczyńskiego*.
- \*\*\*52, 53, 54, 58. **Dzieje Narodu Polskiego**, z przedmową *Władysława Smoleńskiego*, z mapą dawnej Polski.
55. Adolf Dygasiński. **Wilk, psy i ludzie. — W puszczy**, z przedmową *Teodora Jeske-Choińskiego*.
- 56, 57. Marek Twain. **Przygody Huck'a**, z przedmową *J. A. Święcickiego*.
- \*59. **Pamiętniki Franciszka Karpińskiego**, z przedmową *Piotra Chmielowskiego*.
- \*60, 61. J. I. Kraszewski. **Barani Kozuszek**, z przedmową *Teodora Jeske-Choińskiego*.
62. Marya Rodziewiczówna. **Straszny Dziadunio**, z przedmową *Adama Pługa*.
- 63, 64, 65. L. Gallet. **Kapitan Czart. Przygody Cyrana de Bergerac**, przekład Gomulickiego, z przedm. *Święcickiego* z ilustr.

Tom.

- 66, 67. Oskar Mysing. **Berezyna**, w przekładzie i z przedmową *Włodzimierza Trampczyńskiego*.
- \*68. Konstanty Rengarten. **Pieszko do Chin**, w przekładzie Henryka Wernica, z przedmową *Juliana Ochorowicza*.
- \*69. C. F. Gordon Cumming. **Życie w Chinach**, w przekładzie d-ra Wik. Wolskiego, z przedmową *Juliana Ochorowicza*.
- \*70. Michał Bałucki. **Przekłète pieniądze**, z przedmową *Teodora Jeske-Choińskiego*.
- 71, 72. Ferdynand Hoesick. **Miłość w życiu Zyg. Krasieńskiego**, z przedmową *Piotra Chmielowskiego*.
- \*73. 74. Kajetan Kraszewski. **Bartochowski**, z przedmową *Teodora Jeske-Choińskiego*.
75. 76. 77. 78. 79. 80. Cervantes. **Don Kiszot**, w przekładzie W. Zakrzewskiego, z przedmową *J. A. Święcickiego*, z ilustracyami G. Dorégo.
81. Edmund Biernacki. **Istota i granice wiedzy lekarskiej**, z przedmową *Juliana Ochorowicza*.
- 82, 83. Anna Neumanowa. **Obrazy z życia na Wschodzie**, z przedmową *J. A. Święcickiego*, z ilustracyami.
84. Stanisław Grudziński. **Połpanek**, z przedmową *Teodora Jeske-Choińskiego*.
- 85, 86. Teod. Tom. Jeż. **Nad rzekami Babilonu**. Powieść.
87. Teodor Jeske-Choiński. **Historyczna powieść polska**. Studium krytyczno-literackie.
88. Włodzimierz Zagórski. **Wybór poezyi**, z przedmową *Wiktora Gomulickiego*.
- 89, 91. **Pamiętniki Szymona Konopackiego**, z przedmową *J. A. Święcickiego*.
90. Maciej Wierzbński. **Nowelle**, z przedmową *T. Jeske-Choińskiego*.
- I. Piotr Chmielowski. **Historia Literatury Polskiej**, z przedmową *Bronisława Chlebowskiego*, z ilustracyami.
92. S. M. Roguski. **Wilcze gardła**, z przedmową *J. A. Święcickiego*.
- 93, 94. **Pamiętniki Sierżanta Bourgoigne'a**, w przekładzie i z przedmową *Walerego Przyborowskiego*.
95. Ks. A. Brykczyński. **Listy z Włoch o sztuce kościelnej**, z przedmową *Juliana Ochorowicza*, z ilustracyami.
- 96, 97. Oskar Mysing. **Wróg Napoleona**, w przekładzie Topora.
- 98, 99, 100. Maurycy Jokay. **Serce kamienne**, z przedmową.
101. Roman Zawiliński. **Słowacy ich życie i literatura**, z przedmową *J. A. Święcickiego*, z ilustracyami.
102. Sylweryusz Kondratowicz. **Całą siłą**, z przedmową *Teodora Jeske-Choińskiego*.
- II. Piotr Chmielowski. **Historia Literatury Polskiej**, z przedmową *Bronisława Chlebowskiego*, z ilustracyami.

Tom.

103. Gustaw Doliński. **Jak u nas chowano dzieci?** (Zarys dziejów pedagogii polskiej), z przedmową *Juliana Ochorowicza*.
104. Sewer. **Wśród pokus**, powieść z przedmową *Teodora Jeske-Chońskiego*.
105. A. Seidel. **Transwaal i Boerowie**, z przedmową *Juliana Ochorowicza*, z ilustracjami i mapką.
- 106, 108. T. T. Jeż. **Ci i tamci**. Powieść z czasów kampanii węgierskiej.
109. Julian Mohort. **Przelotne wrażenia z podróży do Rzymu**, z ilustracjami.
110. Władysław St. Reymont. **Sprawiedliwie!** powieść z przedmową *Teodora Jeske-Chońskiego*.
111. **Pamiętnik Generała Wysockiego**, z ilustracjami.
112. Jan de la Brète. **Mój Wuj i mój Proboszcz**, powieść z przedmową *Juliana Mohorta*.
- III. Piotr Chmielowski. **Historia Literatury Polskiej**, z przedmową *Bronisława Chlebowskiego*, z ilustracjami.
- 113, 114. Edward Foà. **Polowania na grubego zwierza w Afryce środkowej**, z przedmową *Juliana Ochorowicza*, z ilustr.

#### Rok 1900.

115. Wiktory Hugo. **Rzeczy Widziane**, (1848 — 49) w przekładzie i z przedmową *Juliana Ochorowicza*.
116. Henryk Szuman. **Wspomnienia Berlińskie i Poznańskie** (1848), z przedmową *Aleksandra Kraushara*.
- 117, 118, 119, 120. Teodor Jeske-Choński. **Tyara i Korona**, powieść historyczna.
- 121, 122. Dr. Lassar-Cohn. **Chemia Życia Codziennego**, z przedmową *Juliana Ochorowicza*.

Wszystkie te dzieła nabywać można oddzielnie w cenie 25 k. za tom broszurowany, lub 40 k. w oprawie, z wyjątkiem dzieł oznaczonych \*, których cena od N. R. 1900 podniesioną została na 40 k., oznaczonych \*\*, które kosztują obecnie 50 k., oraz oznaczonych \*\*\*, które się liczą po 60 k.

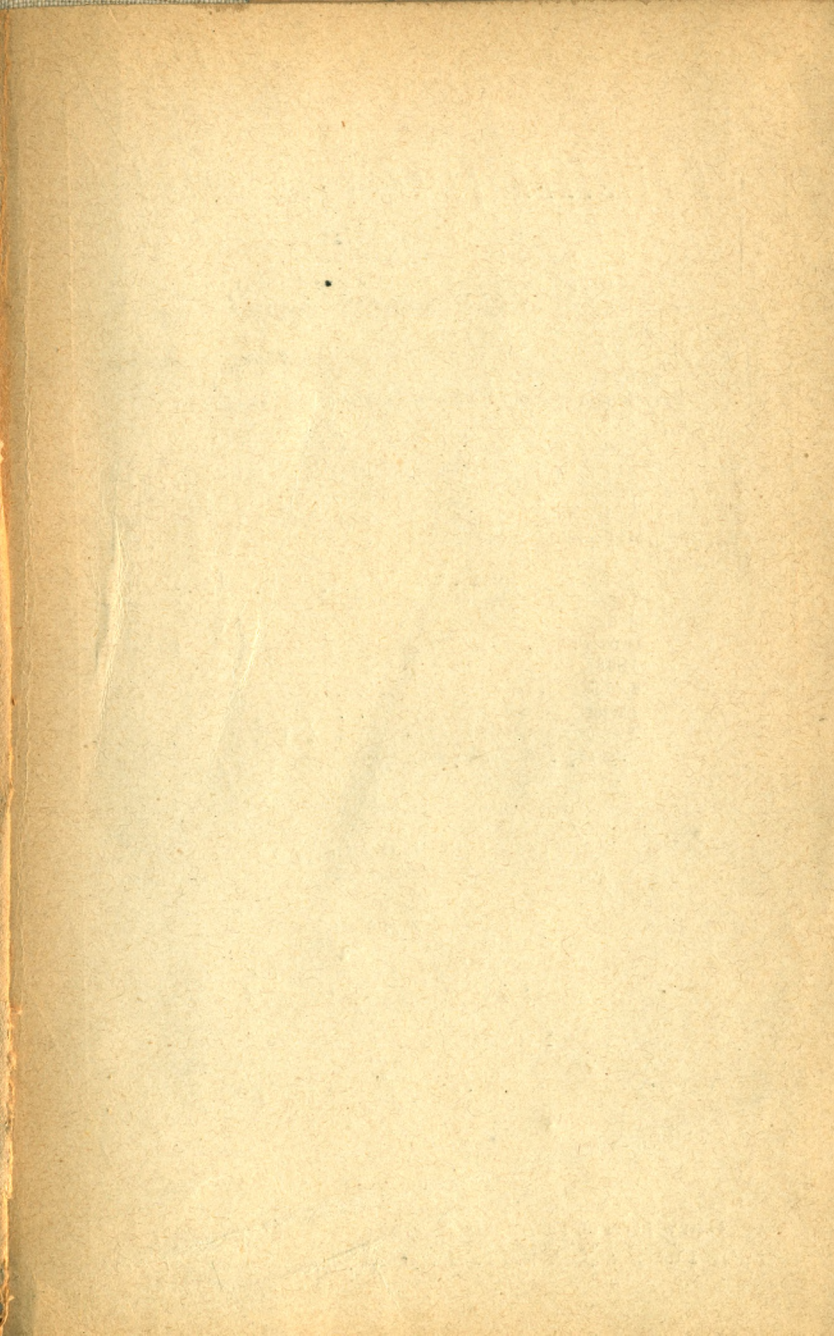
Na przesyłkę każdego tomu, w oprawie lub bez oprawy, dołącza się 10 k.

Ilustr. Hist. Lit. Pol. Chmielowskiego sprzedaje się oddzielnie tylko w oprawie po rb. 2 za tom, z przesyłką 2 ruble 20 kop.

Kto wszakże wniesie przedpłatę półroczną od 1 stycznia do 1 lipca r. b., ten ma prawo otrzymać trzy wydane dotychczas tomy Literatury za rb. 2 zamiast 6-ciu. Na przesyłkę dołącza się gotówką lub markami 55 k. (bez oprawy) lub 60 kop. (w oprawie).

Termin powyższego zniżenia ceny do dnia 28 lutego r. b.

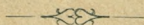




# BIBLIOTEKA DZIEŁ WYBOROWYCH

wychodzi co tydzień

**w objętości jednego tomu.**



## WARUNKI PRENUMERATY:

*w Warszawie*

*Z przesyłką pocztową*

Rocznie . (52 tomy) rs. 10

Półrocznie (26 tomów) „ 5

Kwartalnie (13 tomów) „ 2 kop. 50

Za odosłanie do domu 15 kop. kwart.

Rocznie . (52 tomy) rs. 12

Półrocznie (26 tomów) „ 6

Kwartalnie (13 tomów) „ 3

Cena każdego tomu 25 kop., w oprawie 40 kop.

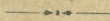
### Dopłata za oprawę:

Rocznie . . (za 52 tomy) . . . . . rs. 6 kop. —

Półrocznie. (za 26 tomów) . . . . . „ 3 „ —

Kwartalnie (za 13 tomów) . . . . . „ 1 „ 50

Za zmianę adresu na prowincyi dopłaca się 20 kop.



### Główni współpracownicy:

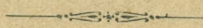
Teodor Jeske-Choiński,

Dr. Julian Ochorowicz,

Julian Adolf Święcicki.

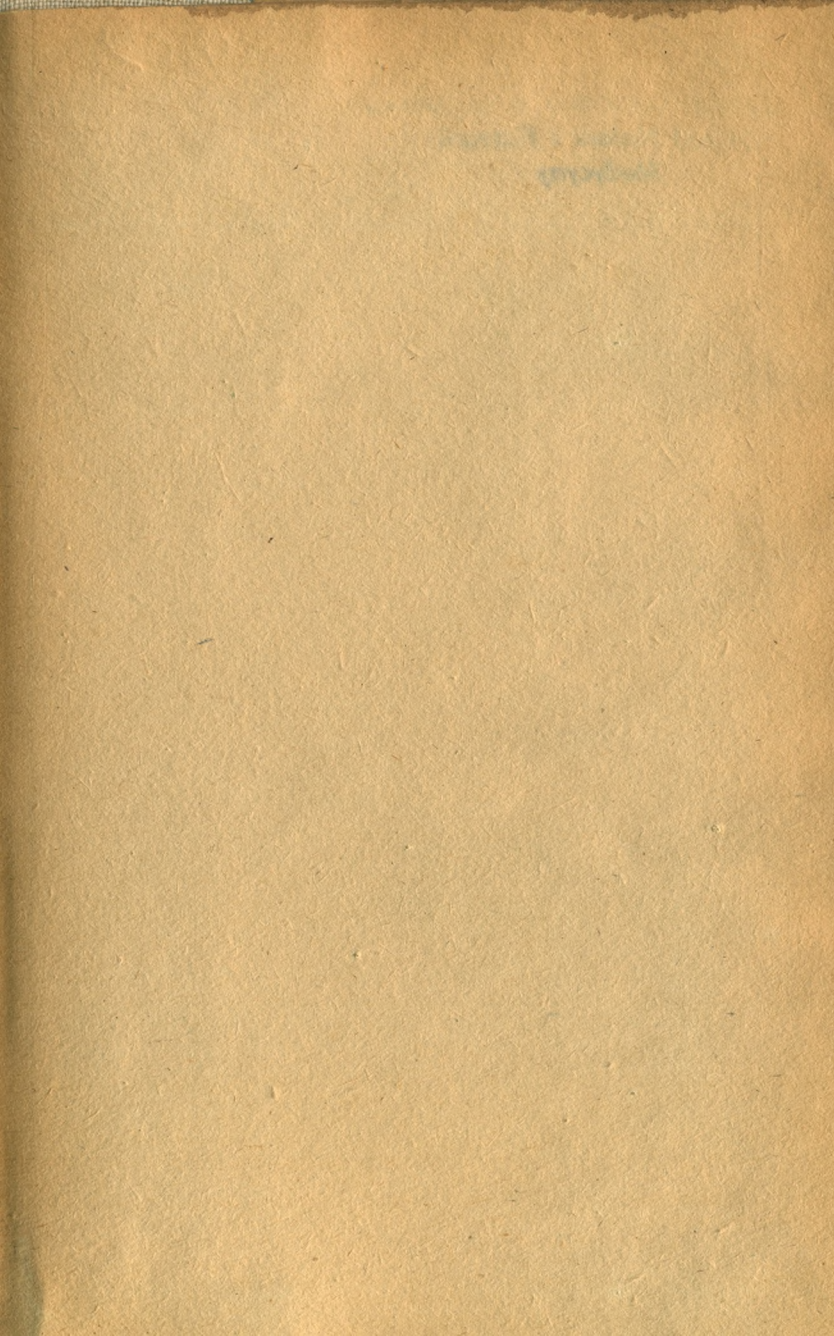
REDAKTOR I WYDAWCA

*Franc. Jul. Granowski.*



Redakcja i Administracja: Warszawa, Nowy-Świat 47. — Telefonu 564.  
Księg.: w Łodzi ul. Piotrkowska № 92, — we Lwowie Plac Maryacki 1. 4.

Drukarnia „Biblioteki Dzieł Wyborowych,” Nowy-Świat 47.



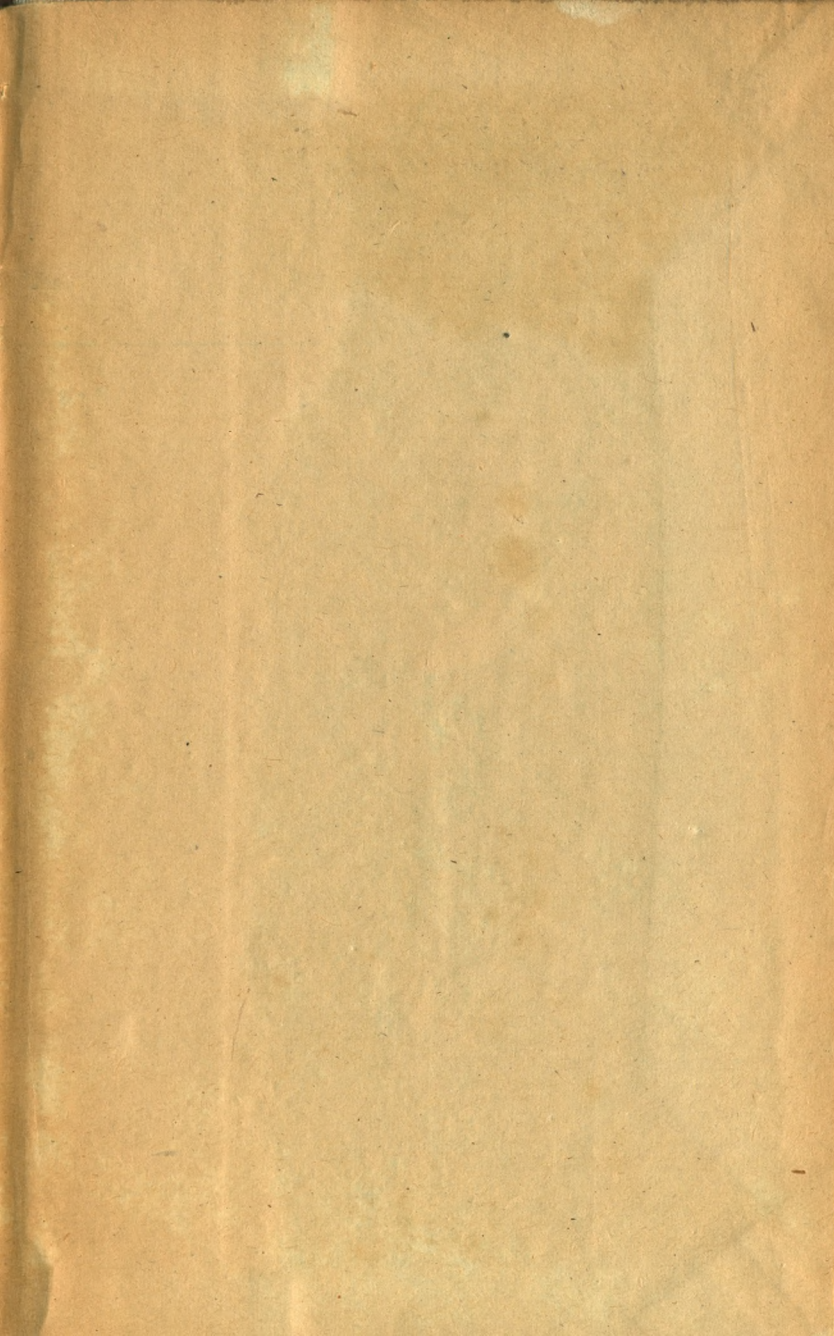
20 ✓

9198

Akademia Lekarska w Gdansku  
Zakład Historii i Filozofii  
Medycyny

ni.abc. 339, dar Zakładu Hist. Med. Univ.  
Jagiell. — 16. IV, 1946.





Biblioteka Główna  
Akademii Medycznej w Gdańsku

009198



003-009198--000