początki

FIZYKI

z Kursu téy Nauki dawanéy

w Uniwersytecie Krakowskim

WYJĘTE.

w KRAKOWIE

w Drukarni Akademickiéy

1819.

Rozdział I. O *Powszechnych Ciał własnościach* 5
Rozdział II: O *Sile przyciągającey* - - - 12
Rozdział III. O *Równowadze ciał stałych* - 22
Rozdział IV. O *Ruchu ciał stałych* - - - - 47
Rozdział V. O *Równowadze i ruchu płynów cieklych* - - - - - - - - 59
Rozdział VI. O *Równowadze i ruchu płynów rozprężliwych* - - - - - - 81
Rozdział VII. O *Ruchu wibracyynym* - - - 97
Rozdział VIII. O *Ciepliku* - - - - - - - 107
Rozdział IX. O *Elektryczności* - - - - - 145
Rozdział X. O *Magnetyzmie* - - - - - - 168
Rozdział XI. O *Świetle* - - - - - - - - 176

I 39461

POLITECHNIKA GDAŃSKA Biblioteka Główna

B-ka GPG
K|R-115/1/59

WSTĘP.

Wyraz *Natura* w nayobszérnieyszém rozumieniu brany, znaczy ogół wszystkich rzeczy stworzonych i ich własności. W Nauce Fizyki rozumiémy przez Naturę, własności wszystkich rzeczy, zmysłowy tylko świat składaiących, ich prawa i siły ktorych działaniu są poddane.

Wszystkie rzeczy, które tylko zmysłami naszemi poymuiémy i wrażenia od nich odbiérać możemy, zowiemy *Ciałami*: to z czego wszystkie ciała są złożone, zowie się *Materyą*, dla któréy one zowiemy istotami materyalnemi.

Ciała maią swoie rozmaite własności i nie poznaiemy ich inaczéy tylko przez też własności. Te są iedne wszystkim ciałom służące bez wyiątku i niezmienne, iakiemi są: Rozciągłość, Nieprzenikliwość i inne, które zaraz poznamy, drugie są zmienne, w różnym stopniu w różnych ciałach znayduiące się, lub niektórym tylko szczególne np. gęstość, wielkość, smak, kolory rozmaite, ciągłość, twardość, ciężar, odmiana co do czasu, mieysca, położenia względem innych i t. p. Piérwsze zowią się Właściościami *Powszechnemi*, drugie *Szczególnemi*.

Odmiany, które widzimy zachodzące w rzeczach, same z siebie nie mogą żadną miarą powstawać, tylko muszą bydź koniecznie przez siły iakie zrządzone, które zowiemy *Przyczynami*, a odmiany te na ciałach dopełnione zowiemy *Skutkami*. Fenomenami luboć właściwie zwać się powinny wszystkie skutki, iednakże to nazwisko

pospolicie tym tylko skutkom przydaiemy, które są ważnieysze lub niezwyczayne.

Gdybyśmy niemieli zmysłów, niemielibyśmy żadnego wyobrażenia o rzeczach świat ten składaiących, ani o ich odmianach. Te to własności robiąc wrażenia na nasze zmysły sprawuią w nas czucie tego ich działania. Gdy się dzieie na nas to wrażenie, a dusza nasza zwraca na nie swoię uwagę; działanie to Duszy naszey zowiemy *Postrzeżeniem* lub *Postrzeganiem* (Observatio): gdy zaś podobne postrzeżenia powtarzamy, przemieniamy, dopełniamy w rozmaity sposób dla zupełnego przekonania się o ważności, prawdzie i naturze tego postrzeżenia; ta czynność zowie się Doświadczeniem (Experientia).

Przez wzgląd na podział własności, Nauka Fizyki dzieli się na *Ogólną* i *Szczególną*. — Piérwsza zawiéra naukę o powszechnych ciał własnościach, sile przyciągania, o Prawach równowagi i ruchu wszelkiego stanu ciał; druga rzecz ma o Cieplíku, Elektryczności, Magnetyzmie i Świetle, do których przydaie się opisanie fizyczne Ziemi czyli Jeografia fizyczna. — Czém zaś różni się Fizyka właściwa od nauk fizycznych a szczególniéy od tych, które z nią związek naybliższy maią, iakiemi są Historya naturalna i Chemia, to lepiéy się pozna w tenczas, gdy się z temi naukami cokolwiek obeznamy.

POCZĄTKI FIZYKI.

ROZDZIAŁ I.

O *powszechnych Ciał własnościach.*

Własności wszystkim ciałom służące te są główniejsze: Rozciągłość, Nieprzenikliwość, Dziurkowatość, Podzielność, Ruchomość i Bezwładność, pod któremi reszta innych się zawiéra.

Przez *Rozciągłość* (extensio) rozumie się ta własność, przez którą każde ciało, mieysca iakiegoś koniecznie dla siebie potrzebuie i rzeczą samą zaymuie w przestrzeni. Nie możemy sobie nawet wyobrazić, aby się mogła znaydować iaka istota materyalna w naturze, choćby tak mała była nawet, żeby zmysłami naszemi poiętą bydź nie mogła, któraby się ieszcze nie składała z cząstek, i nie rozciągała się wzdłuż, w szérz i w głąb lub w zwyż; chyba żeby przestała bydź ciałem, i była niczém.

Wystawiaiąc sobie w myśli wszystkie razem rzeczy świat zmysłowy składaiące, iako maiące

każda swoię rozciągłość, i umieszczona w tym ogromie, robimy sobie wyobrażenie tego mieysca im wspólnego, które zowiemy *Przestrzenią* (spatium). Wielkość uważana w każdém ciele oddzielnie, zaymuiąca część téy przestrzeni, stanowi *Objętość* ciał (volumen), która to część przestrzeni odnoszona do punktów iakich wziętych za stałe, zowie się *Mieyscem* ciała (locus). Płaszczyzny okrywaiące iakiekolwiek ciało, to iest ograniczaiące objętość, zowiemy *Powierzchnią* (superficies), a z rozmaitéy pochyłości tych płaszczyzn do siebie, rodzi się *kształt ciała* (figura): każde zatém ciało ma swóy kształt, czy foremny czy nieforemny, równie iak i powierzchnią.

Nieprzenikliwość (Impenetrabilitas) zowiemy tę własność, dla któréy dwa ciała, nie mogą się razem znaydować w iedném mieyscu w tym samym czasie. Nieprzenikliwości ciał, ciągle mamy przykłady przed oczami naszemi; dotykaiąc się, uderzaiąc, ciągnąc, podnosząc, doznaiemy od nich oporu. Nie tylko zaś ciała stałe i ciekłe ale powietrze nawet i istoty iemu podobne, niedopuszczaią innym ciałom bydź w tém mieyscu, gdzie się same znayduią, chyba gdy ie opuszczą. Tak w pompie dokładnie zrobioney, nie można stępla do dna dopchnąć; butelki niedozwala powietrze wewnętrzne wodą napełnić, gdy léjek iest w szyice dobrze w koło oblepiony. Na téy własności

ści zasadza się teorya Nurków, spuszczaiących się pod wodę w dzwonie dla wydobywania rzeczy z dna morskiego i t. p. Gdy iedno ciało chce zająć mieysce drugiego, musi ie wypchnąć: a to daie początek ruchowi ciał. Nie możnaby uderzać, podnosić lub nadawać kształtu ciałom, podług upodobania, gdyby one nie były nieprzenikliwemi.

Jeźli widzimy, iż *np.* woda przenika gębkę, płótno, bibułę, światło przechodzi przez szkło lub cienką błonę, to dzieie się dla tego, że woda zaymuie te mieysca próżne, gdzie gębki lub płótna nie ma: gębka bowiem, drzewo, szkło i każde inne ciało, brane co do swoich cząstek materyalnych, równie iest nieprzenikliwe, iak i naytwardsze metale; usuwać się tylko one mogą łatwiéy z mieysc swoich, ale się nigdy istotnie przeniknąć nie daią. Z tych i podobnych doświadczeń uczymy się tylko, że pomiędzy cząstkami ciał znayduią się mieysca próżne niezaięte od ich cząstek; które zowiemy *Porami* ciał, luboć w tych porach mogą się znaydować inne istoty: własność ta w ciałach zowie się *Dziurkowatością* (porositas). W drzewie widzimy wyraźnie pory; ze skóry naszéy pot wychodzący, a ze skorupy iay pod machiną pneumatyczną, wychodzące bulki dowodzą, że są dziurkowate. Nie tylko zaś te ciała ale i wszystkie inne naytwardsze i naygęst-

sze,

sze, są dziurkowate, wszystkie bowiem od bicia i zimna zgęszczać się a od ciepła rozszérzać się mogą.

Gdyby ciało iakie nie miało żadnych pór wcale między swoiémi cząstkami, byłoby doskonale *gęstem*; ale takiego nieznamy w Naturze, i wszystkie się tém tylko różnią od siebie, iż są mniéy lub więcéy gęste, to iest: maią mniéy lub więcéy cząstek, pod równym wymiarem brane. Ilość cząstek pierwotnych składaiących ciało iakie, stanowi iego *Massę*: Nie wszystkie ciała maią równą liczbę cząstek, chociaż równe są sobie czasem co do objętości, *np.* cal drzewa i cal ołowiu; a które maią więcéy massy pod równą objętością, te zowiemy gęstszemi od drugich; Gęstość przeto zależy od stosunku massy do objętości. Jeźli dwa ciała maią równe objętości to z nich będzie gęstsze, które ma massy więcéy; ieźli maią massy, czyli są równo ciężkie, *np.* funt ołowiu i funt bawełny; to iest z nich gęstsze, które ma objętość mnieyszą, czyli maią się w stosunku odwrotnym objętości. Nazwawszy Massę, Objętość i Gęstość Ciała *A* przez *M*, *O*, *G*; ciała zaś *B* przez *m*, *o*, *g*; gdy iest $O = o$, będzie $G : g = M : m$,

kładąc zaś $M = m$; będzie $G : g = o : O$.

Gdy nakoniec są objętości ich i massy, nierówne przybrawszy trzecie ciało *C* maiące gęstoś

g,

g', objętość równą z piérwszém O, a massę m równą z drugim, będzie

1 - - - - - $G : g' = M : m$

2 - - - - - $g' : g = o : O$

z rozmnożenia tych dwóch proporcyy wypada:

$G : g = Mo : mO$, to iest, że w tym razie gęstości ciał A i B maią się w stosunku złożonym z prostego mass, a odwrotnego objętości.

Z Nieprzenikliwości i Dziurkowatości wypada *Ściśliwość* (Compressibilitas), to iest, że ciała w mnieysze mieysce czyli objętość zebrane bydź mogą, przez działanie siły obcéy. W naciskaniu ciał to postrzégamy, że iedne ściśnione zostaią w nadaney im przez to objętości *np.* glina, ołów; drugie ściśnione lub wyciągnione wracaią do swoiéy objętości piérwszéy, *np.* kość słoniowa, stal, guma elastyczna, stróny i inne: te ostatnie zowiemy *sprężystemi* (elastica), a piérwsze *niesprężystemi*. Nayspręzystsze są Powietrze i Gazy; mniéy sprężystsze są ciała stałe niektóre, a naymniéy ciała ciekłe; lubo doświadczenia wprost czynione przekonywaią nas, iż woda i inne ciecze maią także sprężystość, ale bardzo małą.

Prócz tych własności, ciała maią ieszcze *Podzielność* (divisibilitas), to iest, że się mogą dzielić na cząstki bez końca tak, iż drobność ich wszelki wymiar przechodzi. Za dowód podzielności służyć nam może między innemi, 7 gran mie-

miedzi czyli $\frac{1}{240}$ część łóta roztworzona Ammoniaku daie kolor niebieski, ktory zafarbuie 392 całów sześciennych wody, rachuiąc milion cząstek widocznych na ieden cal sześcienny; gran przeto ieden miedzi roztworzony podzielił się na 392 miliony cząstek widocznych. Reomiur (Reaumur) wyrachował, iż uncya złota, rozciągniona w fabryce drócianéy, na powiérzchni walca srébrnego 45 grzywien, który na tak delikatne nitki rozciągniony bydź może, iż wynoszą długości przeszło 77 mil jeograficznych, a cząstek widocznych rachować w nich można do 14 tysięcy milionów. Gran piżma czuć się daie przez lat kilka w pokoiu często przewietrzanym, z czego możemy wnosić, iak drobne muszą bydź iego cząstki oderwane i pływaiące po powietrzu rażące nasze powonienie.

Ruchomością (mobilitas) zwykliśmy nazywać tę własność, mocą któréy ciała pozwalaią odmieniać swoie położenie względem drugich za stałe branych. Przyczyny sprawuiące ruch w ciałach, zowią się *siłami* (vires), a skutek przez siły sprawiony zowiemy *Ruchem* (motus). W ruchu sześć rzeczy się uważa: ciało poruszone, siła poruszaiąca, kierowność, droga, czas i chyżość.

Chyżość (celeritas) iest nic innego tylko stosunek drogi do czasu, która się oznacza przez wielkość drogi przebieżonéy w danym czasie *np.* w 1 godzinie lub sekundzie; nie masz przeto chyżo-

żości bez drogi i czasu. Z dwóch ciał będących w ruchu, to ma większą chyżość, które w równym czasie więcéy drogi, lub w krótszym czasie równą drogę przebiéga.

Ruch zowie się *iednostayny* (uniformis), gdy ciało w równych czasach równe drogi przebiéga; przyspieszony zaś lub spoźniony, gdy w każdéy równéy chwili chyżość iego powiększa się lub zmnieysza. Te dwa ostatnie ruchy mogą bydź ieszcze albo iednostaynie *przyśpieszone lub spoźnione* (uniformiter acceleratus v. retardatus) albo nieiednostaynie.

Bezwładnością (inertia) zowiemy tę własność wrodzoną ciałom, że one lubo mogą bydź poruszone, nigdy iednak ani same sobie ruchu żadnego nadadź, ani poruszone zastanowić się nie mogą bez wpływu obcéy siły.

Wielkość skutku sprawionego w iedném ciele przez drugie poruszone od iakiéy siły, zowie się *Ilością Ruchu* (quantitas motus), która zależy od massy i chyżości ciała uderzaiącego — Ilości ruchu dwóch ciał poruszonych przy równych massach, maią się iak chyżości; a przy równych chyżościach maią się iak massy: gdy zaś massy i chyżości ich są nierówne; ilości ruchu maią się iak wieloczyny z mass przez chyżości. Ciało *A* ważące funtów 10 z chyżością iak 4, uderza dwa razy mocniéy niż *B*, maiące chyżość 2, a wa-

ważące funtów 10; albo maiące chyżość 4, ale ważące tylko funtów 5. Lecz równy skutek sprawi ważące funtów 5, gdy uderza z chyżością 8; w obu razach bowiem ilość ruchu iest = 40.

Newton z uwagi nad ruchem i bezwładnością ciał wyciągnął 3 prawa następuiące, które się zowią *Prawami ruchu* Newtona:

I. *Wszelkie ciało póty trwa w stanie swoim spoczywania lub ruszania się iednostaynie i w linii prostéy, póki przez działanie iakich sił nie będzie przymuszone ten swóy stan odmienić*: to zowie się prawem Bezwładności.

Bezwładność nie iest wprawdzie siłą, ale własnością wrodzoną materyi, do któréy pokonania trzeba siły proporcyonalnéy massie, ponieważ każda cząstka onego iest bezwładną, i dla tego to ta sama siła działaiąca na dwa ciała nierównéy massy, różne skutki wydaie.

II. *Odmiana zachodząca w ruchu iest proporcyonalną sile poruszaiącéy, i dzieie się podług linii prostéy (to iest kierowności), w któréy taż siła uderza na ciało.*

Nie możemy oznaczać wielkości sił tylko przez skutki od nich sprawione, to iest przez ilość ruchu, która iest wieloczynem z chyżości przez massę. Im większa przeto iest massa ciała poruszonego, tém mnieysza musi bydź chyżość iego ruchu, i przeciwnie, aby była większa chyżość,

mniéy

mniéy bydź musi massy w ciele uderzoném od téy samey siły. Nakoniec ieźli iest massa i chyżość większa w ciele poruszoném, siła musi bydź także większa od piérwszéy.

III. *Działanie równe iest zawsze i przeciwne oddziałaniu.* Gdy palec przyciska kamień, nawzaiem sam odbiéra ciśnienie od kamienia. Koń ciągnący wóz lub inny ciężar, iest także na odwrot i zarówno ciągniony czyli wstrzymywany od ciężaru. Ile Magnes ciągnie żelazo, tyle nawzaiem od niego iest ciągniony i t. p.

Gdy iedno ciało uderzaiąc drugie odmienia ruch iego; nawzaiem samo utraca swego ruchu tyleż i w kierowności wprost przeciwnéy a to przez oddziałanie siły ciała uderzonego. Jeźli massa uderzaiącego Ciała *A* iest równa massie spoczywaiącego i uderzonego *B*; chyżości ich potém będą równe, i tylko połową póydą chyżości; iako miało *A* piérwiéy: ieźli massa uderzonego większa, chyżość obudwóch po uderzeniu będzie mnieysza od połowy: ieźli zaś massa *B* iest mnieysza, chyżość ich spólna będzie większa od połowy; ieźli tylko żadna obca siła nie iest do tégo na przeszkodzie. Zawsze atoli to iest prawem niezmiennem; że ilość ruchu w obu ciałach spólnie brana, iest zawsze ta sama, po uderzeniu co i przed uderzeniem, a uderzaiące tyle onéy utraca ile uderzone zyskuie.

ROZ-

ROZDZIAŁ II.

O Sile Przyciągania.

Chociaż nie mamy żadnego wcale wyobrażenia o naturze sił, iednakże widząc ruch i odmiany w ciałach zachodzące, znaiąc prawa podług których te się odbywaią, wnosić musimy, że i przyczyny onych, czyli siły bydź muszą koniecznie. Między innemi siłami w naturze, siła przyciągania wiele skutków i odmian w ciałach sprawuie; a ta zachodzi albo między ciałami samemi, albo między ich cząstkami. Między cząstkami ciał zachodząca iest Spóyność (cohaesio), Przyléganie (adhaesio), Przyciąganie chemiczne czyli Powinowactwo (affinitas). Siła Przyciągania zachodząca między ciałami iest Ciężkość (gravitas), Ciężenie powszechne (gravitatio universalis). Nie łączymy do tego siły przyciągaiącéy Magnesu, elektryczności światła, bo o tych na swoiém mieyscu mowa będzie.

Przez *Spoyność* rozumiemy siłę utrzymuiącą cząstki iednego ciała między sobą tak, iż ie trudno oddzielić od siebie — Spoyność ta nie iest iednakowa we wszystkich ciałach, a wielkość iéy poznaiemy po oporze większym lub mnieyszym, iaki ciało daie sile chcącéy iéy cząstki oderwać od siebie. I tak mówimy, że w kamieniu większa iest spoyność niż w drzewie; w drzewie

wię-

większa niż w gębce, w ciałach stałych większa niż w płynnych i t. p. Tabliczki szklanne, marmurowe lub metalowe tém bardziéy przylegaią do siebie i spaiaią się z sobą, im lepiéy są wypolerowane, czyli im większą liczbą cząstek iednorodnych siebie dotykaią, tak, iż znacznego trzeba ciężaru, aby ie oderwać od siebie w kierowności prostopadłéy powiérzchni onych. Dla tego to roztwarzamy lub gnoimy wapno, gips i inne ciała, aby się rozłożyły na iak drobnieysze cząsteczki i aby też cząstki w iak naywiększéy ilości stykaiąc się z sobą spoiły się potém gdy woda uleci.

Zaczynaiąc od naytwardszych ciał, iak iest *np.* Dyament i nayzbitszych iak iest Platyna, Złoto aż do powietrza i Gazów, których cząstki tak są oddalone od siebie, że zdaie się iakoby w nich spoyność była wyniszczona; siła ta tak iest rozmaita w ciałach, iż trudno między niémi stateczney oznaczyć granicy. Stąd to poszły nazwiska, które nadaiemy ciałom, dzieląc ie na twarde, ciągłe, kruche, miękkie, sprężyste, płynne, stałe, giętkie i t. p. Pomimo tego atoli, dzielimy ie wszystkie na trzy klassy, które zowiemy *Stanami skupienia* (status aggregationis), a te są: Stan ciał *stałych* i *płynnych*, płynne znowu dzielą się na płyny *ciekłe* i *rozprężliwe*. *Stałemi* (solida) nazywamy podobne ciała iak są kamienie, kruśce, drzewo i t. p. *Płyny ciekłe* (fluida liquida)

da) są: Woda, Spiritus, Eter, Merkuryusz, Nafta, Oley etc.; *płynami rozprężliwemi* (fluida dilatabilia) nazywamy Powietrze, Parę i Gazy. Ostatnie te zowią także płynami sprężystemi (fluida elastica), lotnemi (volatilia), powietrzowzoremi (aeriformia).

Co się tyczy różnicy między temi stanami skupienia, luboć one nie różnią się w istocie rzeczy, iedno bowiem ciało może przechodzić przez wszystkie trzy stany skupienia ich, *np.* lód, woda i para, a w teraźnieyszym stanie nauk fizycznych wszystkie prawie ciała, wyiąwszy Gazy, przechodzą przez te trzy stany: z tém wszystkiém te ciała w rozmaitym stanie brane *np.* woda sama, odmienne w wielu względach okazuią własności, a osobliwie, co do równowagi, ruchu, rozprężania się i łączenia z innemi, tak róznym podlégaią prawom, iż niepodobna ich nieuważać za ciała różne w tym względzie.

Przyléganie (adhaesio) iest także przyciąganiem cząstkowem od ciał stałych wywiéraném na cząstki płynów, które się do nich przyczepiaią. Fenomena te są bardzo zwyczayne. Zmoczywszy palec, woda do niego przyléga i w kroplach się go trzyma, nieodpadaiąc; toż samo się dzieie z drzewem, metalem, sznurami i innemi ciałami zmaczanemi w wodzie. Zanurzywszy tafelkę lub nalawszy wody do szklanki, widzimy obrączkę wewnątrz

w

w około podniesioną; wylewaiącą, ta niespada na dół prosto, iako ciało ciężkie, ale spływa po bokach szklanki zewnątrz. Inaczéy się dzieie wylewaiąc Merkuryusz ze szkła, który wylewany z naczyń cynowych lub ołowianych, widzielibyśmy także czepiaiący się ścian tychże naczyń podobnie iak woda szkła. Talerzyk szklanny lub metalowy zawieszony na ważce, dotknąwszy się powierzchni wody, tak od niéy bywa mocno przyciągany, iż trzeba przydadź dosyć ciężarków z drugiéy strony dla oderwania onego. Własność ta czepiania się wody do ciał, dała początek *Machinie Wery*, używaney do podnoszenia wody za pomocą sznurów: ta sama własność adhezyi iest początkiem fenomenu znanego pod nazwiskiem Włosowatości czyli Kapilarności, o którym w Hidrostatyce mówić będziemy.

Przyciąganiem cząstkowem iest także Przyciąganie chemiczne czyli Powinowactwo ciał, które iest zasadą całéy Chemii — Skutki téy siły działaiącéy widzieć się daią w burzeniu się, rozgrzéwaniu lub roztwarzaniu dwóch istot zmieszanych z sobą, osobliwie gdy iedna z nich przynaymniéy iest płynną. Podobne burzenie się widzimy nalawszy kwasu siarkowego na krydę, mydło i t. p., co oznacza, iż kwas ten ma większe powinowactwo do wapna w krydzie lub do potaszu w mydle niż inne piérwiastki znayduiące się w tych

ciałach. Podobne powinowactwo sprawuie, iż kwas siarkowy lub saletrowy, nalany na syrop fiałkowy, przemienia kolor błękitny w czerwony, nalany na potasz, sodę, nadaie im kolor zielony — Kwas siarkowy nalany na cząstki żelaza lub miedzi, roztwarza te metale, łączy się i zistacza, tworząc nową istotę znaną pod nazwiskiem Koperwasu zielonego lub błękitnego — Nie wszystkie ciała maią równe powinowactwo względem siebie, i dla tego gdy iedno ciało roztworzone i nalane będzie na inne iakie ciało złożone z piérwiastków, cząstki piérwiastków maiące powinowactwo większe do siebie, szukaią się wzaiemnie, łączą i zistaczaią z sobą, a inne opuszczaią, które osiadaią na spód, lub téż na wiérzch się podnoszą, ieźli są lżeysze Tak saletra złożona iest z kwasu saletrowego i potaszu: gdy naleiemy na nię kwasu siarkowego, ten odbierze potasz dla większego z nim powinowactwa, a kwas saletrowy opuszczony ulatuie. Lecz nauka o tém powinowactwie iest przedmiotem Chemii, o któréy w innéy klassie rzecz będzie (*).

Ciężkość. Nic pospolitszego iak widzieć ciała spadaiące na dół, przyczyną tego iest prawdzi-

(*) Tu iest właściwie mieysce do wykładu piérwszych początków Chemii, ieźli tylko plan szkolny Nauk i czas zakréślony tego dozwala.

wdziwą przyciąganie ciał od ziemi, które w tym razie bierze nazwisko Ciężkości (gravitas). Dążenie to ciał do środka ziemi, czuiemy przez ciśnienie kamienia lub innéy rzeczy wywiérane na naszę rękę — A iako wszystkie ciała są ciągnione od ziemi; dla tego téż mówimy pospolicie, iż nie masz ciała, któreby nie było ciężkie.

Każde ciało na każdém mieyscu ziemi spada podług linii pionowéy, która z powiérzchnią wody stoiącéy czyni kąt prosty — Zawiesiwszy kilka ciężarków obok siebie, nici od nich wyciągnione będą wszystkie pionowe do powiérzchni ziemi, a zatém powinnyby bydź równoległe sobie; ale, ponieważ ziemia iest okrągła, pionowe do powiérzchni ziemi nie mogą bydź czém inném, tylko iéy promieniami, które, ściśle biorąc, nigdy nawet naybliżéy siebie brane nie powinny bydź równoległe: z tém wszystkiém biorąc te pionowe, w małéy odległości od siebie, różnica iest wcale niedostrzeżona, tak, że bez żadnego błędu za równoległe brać ie można.

Siła ta przyciągaiąca czyli ciężkość iest bardziéy skoncentrowana w środku ziemi niż na iéy powiérzchni, a zatém wszystkie ciała bliższe środka ziemi, muszą bydź bardziéy przyciągane czyli cięższe od tych, które się na iéy powiérzchni znayduią: lecz nad powiérzchnią ziemi potrzeba znacznéy odległości, aby tę różnicę po-

gdyż średnią miarę biorąc, środek ziemi iest blizko 860 mil jeograficznych od nas, to iest od powiérzchni z iemi odległy — Różnica ta ciężkości daie się iuż poznawać na wiérzchołkach gór bardzo wysokich, chociaż ta odległość iest także bardzo małą względem promienia ziemi — Nadto także postrzegać się daie zbliżaiąc się do iak naydalszych względem nas punktów na północ lub na południe, w których to punktach ziemia iest spłaszczona..

Nakoniec iako siła naywiększa ciężkości iest skupiona w środku ziemi i wszystkie ciała do niego dążą, nie maiąc innéy siły, któraby ie oddalała od niego, łatwo sobie wystawić można, że wszyscy ludzie i zwiérzęta w około ziemi zarówno są iak i my ciągnieni do środka ziemi i oddalać się nie powinny; a przeciągnąwszy średnicę przez środek ziemi w którémkolwiek mieyscu, ludzie na drugim końcu średnicy będący, stopami bydź muszą ku nam obróceni, i dla tego zowią się naszemi *Przeciwstopnemi* (Antipodes).

Ciężenie powszechne. Jako między ciałami ziemskiemi a ziemią, podobnie między ziemią a innemi ciałami niebieskiemi, których niezliczone mnóstwo nad głowami unoszących się widzimy, podobne i wzaiemne zachodzi przyciąganie się — Siła przyciągania w tym względzie uważana przybiéra nazwisko *Ciężenia powszechnego* (gravitatio universalis). Postrzeżenia i uwagi nad tą siłą

czy-

czynione, przekonywaią nas, że ta, tém iest większa, im ogrom czyli massa ciała niebieskiego iest większa, czyli że moc iéy rośnie w stosunku prostym mass; tém zaś mniéy dzielna, im odległość ciał iest większa, czyli że ma się znowu w stosunku odwrotnym odległości: co większa, że ten stosunek nie iest, poiedyńczy; Newton bowiem z uwag nad obrotami ciał niebieskich i z rachunków wyciągnął prawo, któremu ta siła podléga, a które iest następuiące: *że ciała niebieskie działaią na siebie w stosunku prostym mass a w stosunku wspacznym kwadratów odległości.*

Ciężar. Ciężkość iest równa we wszystkich ciałach ziemskich bez różnicy, byle w równéy odległości od środka ziemi branych, a czy ciało iest większe lub mnieysze, cięższe lub lżeysze, każda cząstka iego iest równą ciężkością ożywiona: i tak ciężkość cząstek cała drewnianego lub ołowianego iest ta sama. Że zaś ciała różne co do ciężaru lub objętości spuszczone z równéy wysokości nie razem spadaią, pochodzi to od zewnętrznych przeszkód, nayczęściéy od powietrza, które lżeyszym ciałom więcéy przeszkadza do spadania niż cięższym równéy objętości — Chociaż wszystkie ciała maią równą ciężkość, niewszystkie atoli maią równy ciężar (pondus), który zależy od większéy lub mnieyszéy massy czyli ilości cząstek ciało składaiących, a który

to ciężar poznaiemy po większym oporze siły iakiéy przeszkadzaiącéy mu upaść na ziemię. Nie masz żadnéy istoty materyalnéy, któraby nie była ciężka, a ieźli niektóre ciała zowiemy lekkiemi, widząc ie unoszące się po wodzie lub powietrzu bez spadania, pochodzi to iedynie tylko od różnicy czyli przewyszki ciężaru powietrza lub wody nad ich ciężar, który w pewnym względzie zdaie się nawet odmieniać z odmianą ich kształtu i powierzchni.

Ciężary ciał zwykły się mierzyć, używaiąc do tego iedności powszechnie znanéy, takiemi są funty, centnary, kamienie, łóty i t. p. Życzyćby należało, aby te miary były iednostayne dla użytku powszechnego, które dotąd różne są podług różności kraiów a czasem nawet prowincyy i miast. Znaiomszych miar u nas podział iest następuiący:

Centnar pospolicie dzieli się na funtów	100.
Funt zawiéra grzywien - - - - -	2.
Grzywna uncyy - - - - - - - -	8.
Uncya łótów - - - - - - - - -	2.
Łót drachm czyli kwintlów - - -	4.
Drachma skrupułów - - - - - -	3.
Skrupuł (francuzki) gran - - - -	24.
Skrupuł (niemiecki) gran - - - -	20.

a tak łót francuzki ma gran 288: niemiecki zaś 240.

Naytroskliwiéy i naydoskonaléy dotąd są obra-

rachowane nowe miary francuzkie, których iednością główną iest *Metr*, który iest 10 milionową częścią ćwierci południka ziemskiego — Ten poddziela się na 10 Decymetrów, na 100 Centymetrów albo na 1000 Millimetrów. I na odwrot 10 metrów składaią Dekametr, 100 metrów Hektometr, a 1000 metrów Kilometr.

Łokieć nasz kraiowy (tyle ile o iego wielkości zapewnić się można) prawie iest równy $\frac{1}{2}$ metru czyli 6 Decymetrom, od których w ściśleyszych rachunkach iest mnieyszy o $\frac{1}{133}$ część swoiéy wielkości.

Centymetr sześcienny napełniony wodą dystylowaną daie iedność ciężarową główną zwaną *Gram*, który zawiéra blizko 18,8 gran dawnych francuzkich — Dziesięć grammow składaią Dekagram; 100, Hektogram; 1000, Kilogram; poddziela się zaś na Decygramy, Centygramy, Miligramy. Półkilogramu waży 1 funt nasz i 7 łótów to iest blizko 5 ćwierci naszego funta.

Ciężar ciał czuć się daie sam z siebie przez ciśnienie, może bydź większy lub mnieyszy a oznacza się przez stosunek do iedności wziętéy za miarę porównywania bez względu na objętość. Mierzy się ón swoią własną iednością, i dla tego zowie się *ciężarem bezwzględnym* (pondus absolutum), dla różnicy od *ciężaru gatunkowego* (pondus specificum), przez który rozumie się ciężar ciał

POLITECHNIKA Biblioteka Główna GDAŃSKA

ciał porównanych z sobą pod równą objętością wziętych: ołów bowiem drzewo, bawełna, mogą równo ważyć, pod różnemi objętościami wzięte.

Ciężar gatunkowy może bydź brany za gęstość, podobnie iak ciężar bezwzględny za massę, i podobnie iak gęstości, ciężary gatunkowe maią się w stosunku składanym z prostego ciężarów bezwzględnych, a odwrótnego objętości — Z tego poznaiemy, iż cała trudność w dochodzeniu ciężarów gatunkowych záleży na nadaniu ciałom objętości doskonale równych: lecz tę trudność dopiéro mieć będziemy w Hidrostatyce ułatwioną.

ROZDZIAŁ III.

Początki Statyki czyli o Równowadze ciał stałych.

Nieznamy wymiaru bezwzględnego sił, porównywanie tylko wielkości skutków stanowi o stosunku sił między sobą. Gdy dwie siły działaią wprost przeciwko sobie na iaki punkt materyalny, a ten zostaie w spoczynku, nazywamy ie równemi; złożywszy 2, 3 lub więcéy sił razem z sobą, w iednéy linii prostéy będziemy mieli wyobrażenie siły podwóynéy, potroynéy, poczwórnéy i t. d. Siły nie mogą działać na ieden punkt tylko albo na téy saméy linii, albo pod kątem; prócz tego na iednéy linii zostaiąc, albo działaią z sobą zmównie, to iest: w iedną stro-

stronę, albo wprost przeciw sobie, to iest: w różne strony.

Gdy działaią na iedney linii i w tey samey kierowności; działanie równe iest ich summie: gdy działaią wprost przeciwko sobie, skutek równy iest ich różnicy, to iest: gdy są nierówne, ciało póydzie przewyszką w stronę mocnieyszéy; gdy zaś są równe, różnica będzie o, czyli ciało spoczywać będzie. Gdy nakoniec punkt materyalny *C* (fig. 1) ciągniony iest od dwóch sił *P* i *Q* pod kątem *PCQ*, których wielkości są oznaczone przez linie *CA* i *CB*: Punkt *C* niemogąc poyść ani drogą *CP*, ani *CQ*, weźmie iakąś średnią kierowność pomiędzy niemi, a bliższą téy siły, która iest większa.

Daymy, iż siła *P* w 1 sekundzie ściągnęłaby ten punkt od *C* do *A*, siła zaś *Q* od *C* do *B*, gdyby sama iedna każda z nich ciągnęła: po upłynieniu przeto czasu tego, od obydwóch razem ciągniony, musi się znaydować w punkcie takim, gdzieby się znaydował w takiey odległości od *CP* i razem od *CQ*, iak gdyby przebiegł w tym czasie drogi *CA* i *CB*; a takim punktem iest punkt *R*, który się oznacza przeciągnąwszy równoległe *BR* i *AR*, z których pierwsza iest = *AC*, druga = *BC*. W takim razie utworzy się Równoległobok *ACBR*, który się zowie Równoległobokiem sił (Parallellogramum virium), a

prze-

przekątnia iego CR, oznacza co do kierowności i wielkości siłę, z którą tenże punkt C przebieży drogę swoię, to iest CR. Siła ta wyrażona przez przekątnią zowie się wypadkową; siły P i Q zowią się składaiące a sposób ten wynaydowania wypadkowéy, zowie się składaniem sił (compositio virium).

Skład ten pokazuie, iż siła wypadkowa zawsze iest mnieyszą od summy dwóch sił składaiących, i tém mnieysza iest, im kąt kierowności ich ACB iest rozwartszy, a przeciwnie tém bardziéy wzrasta, im tenże kąt mnieyszy, tak dalece: iż gdy ten kąt ACB stanie się $= 180$, czyli gdyby działania sił były wprost przeciwne sobie, wypadkowa byłaby równa ich różnicy; gdyby ten kąt w drugim razie stał się 0, wypadkowa będzie równa ich summie. Gdy zaś kąt kierowności iest pośredni między 0 a 180^0, wypadkowa co do kierowności i wielkości swoiéy zupełnie równa iest przekątniéy, tak dalece, iż przydawszy siłę, w kierowności wprost przeciwnéy CO, równą teyże przekątniéy, punkt C zostaie w spoczynku. Ponieważ siła Q wyrażona iest przez $CB = AR$, wypadkowa zaś przez CR, trzy więc boki troykąta ACR, maią się do siebie w stosunku sił składaiących i złożonéy czyli wypadkowéy, to iest $P : Q : R = AC : AR : CR$ (*).

(*) Ponieważ w troykącie boki maią się iak wstawy kąt-

Podobnym sposobem można zawsze wynaleźć wypadkową z ilukolwiek bądź sił *P*, *Q*, *Z*, *T*, pod iakiémikolwiek bądź kątami działaiących razem na punkt *C*. Składaiąc bowiem nayprzód dwie którekolwiek siły *P* i *Q* z sobą; a z tych wypadkową *CR* składaiąc z trzecią siłą *Z*, któréy wielkość wyrażona iest przez *CZ*, z tych zrobi się równoległobok *CZRS*, którego przekątnia *CS*, iest iuż wypadkową z trzech sił. Podobnie dopełniwszy równoległoboku na dwóch liniach *CS* i *CT*, która oznacza czwartą siłę, przekątnia iego *CG* da nakoniec wielkość siły wypadkowéy ze wszystkich cztérech sił danych.

I na odwrot: maiąc daną siłę iakąkolwiek można ią zawsze rozebrać na dwie inne pod iakimkolwiek bądź kątem, uważaiąc ią za przekątnią równoległoboku, z któréy końca pod kątem żądanym pociągnąwszy linią prostą, wyrażaiącą co do kierowności i wielkości iedną siłę, linia dopełniaiąca troykąta iako połowy równoległoboku, będzie drugą siłą szukaną.

Wystawmy sobie, że zamiast punktu C *i liniy* AC, BC *płaszczyzna prostokąta* ACBR, *iest pod-*

---

kątów im przeciwległych; więc będzie *P*: *Q*: *R* = wst. *RCB*: wst. *ACR*; wst. *ACB*, to iest każda z tych trzéch sił, ma się iak wstawa kąta między kierownościami dwóch innych zawartego.

podparta w punkcie R i ciągniona we dwóch punktach A. B od dwóch sił P i Q, będących z sobą w tymże samym stosunku AC : BC czyli RB : AR; płaszczyzna ta zostanie w spoczynku — Z punktu R spuściwszy prostopadłe RM i RN, ponieważ dla podobieństwa trojkątów AMR i BRN iest RB : AR = RN : RM, więc będzie P : Q = RN : RM, to iest : siły w stanie równowagi będą się miały iak prostopadłe spuszczone na ich kierowności.

Gdybyśmy zamiast równoległoboku ACBR uważali tylko linie same AR i BR niegiętkie i nieciężkie schodzące się z sobą w punkcie R, w którym są podparte, a wypadkowa z nich przechodziła przez ten punkt podpory; siły te będą w równowadze, ieśli odwrotnie maią się ich prostopadłe RM i RN. A iako to prawo nie zależy od wielkości kąta ARB, można wziąść zamiast niego inny iakikolwiek MRN rozwartszy lub też w reszcie = 180°, to iest, gdy on przestaie bydź kątem a linije AR i BR składaią iednę linią prostą ARB (fig. 2): w ten czas siły także będą w równowadze, ieźli się maią tylko odwrotnie iak MR : NR. W tym razie kierowności sił AP i BQ będą sobie równoległe, a prostopadłe poydą po liniach AB i BR.

Linija prosta, niegiętka, AB (fig. 2.) maiąca podporę w iakimkolwiek punkcie C, około którego może się w koło obracać, maiąca dwie siły z obu swoich końców zowie

się

się *drążkiem* (vectis); a ieźli nie uważa się w niéy żadna grubość ani ciężar, zowie się drążkiem *matematycznym*. Drążek ten iest w spoczynku, ieźli siły maią się w stosunku odwrotnym ramion drążka *RB* i *RA*, to iest ieźli się ma $P : Q = RB : RA$, czyli ieźli $P \times RA = Q \times BR$; a wieloczyny te zowią się wieloczynami statycznemi (momenta statica).

Gdyby ten drążek dla iakich przyczyn został poruszony, siła działaiąca w A, *przebiegłaby drogę* AC, *w tym samym czasie, w którym* B *przebiegłaby* BD. *Drogi te od punktów* A *i* B *przebieżone są łukami podobnemi sobie, maią się zatém, iak promienie ie opisuiące, czyli iak ramiona drążka* AR *i* BR. *Że zaś drogi w równych czasach przebieżone są chyżościami, zamiast ramion przeto drążka można brać chyżości sił rzeczywiste lub domniemane tylko (virtuales), które wprowadziwszy w powyższe prawo równowagi to się ieszcze wyrazić może w następuiący sposób: że siły będą z sobą w równowadze na drążku, ieźli siły z obu stron rozmnożone przez swoie chyżości, daią wieloczyny równe. Niech* P *ma chyżość* V, *a* Q *ma* v, *równowaga będzie, ieźli iest* $PV = Qv$: *wieloczyny takie zowią się wieloczynami mechanicznemi sił (momenta mechanica).*

Uważaliśmy dotąd dwie siły na końcach drążka działaiące; lecz to nic nieodmienia natury rzeczy,

czy, ieźli na iednym końcu będzie siła a na drugim ciężar; lub gdy na obóch końcach będą ciężary — Ze wszystkich prawd dotąd poznanych, ten można mieć użytek, że naymnieysza siła może się utrzymać w równowadze z naywiększym ciężarem, gdy ich ramiona maią się w stosunku odwrotnym ich wielkości — Gdyby *P* ważyła 1 funt, a *Q* funtów 1000 w odległości o 1 cal od podpory, dawszy sile *P* odległości na odwrót 1000 calów, ta utrzyma się z ciężarem *Q* w równowadze, bo wieloczyny statyczne z obu stron są równe. Aby zaś równowaga się zepsuła, czyli aby siła podniosła ten ciężar, dosyć iest czémkolwiek iéy wieloczyn powiększyć, albo ią cokolwiek zwiększyć, albo odległości cokolwiek przydadź. (*)

Prawo to ma swoie mieysce zawsze, iakośmy iuż rzecz samą poznali, gdyby nawet kierowności sił nie były równoległe, iak są *Ap*, *Bq*, lub równoległe ale nie prostopadłe do ramion drąga, albo nakoniec gdyby drążek był linią krzywą lub przełamaną iak *ARB* na fig. 1. W każdym tym, lub podobnym przypadku będzie równowaga, ieźli, spuściwszy z punktu podpory *R*,

(*) O téy to machinie wyrzekł Archimedes do Króla Hierona dziwiącego się iego wynalazcom: *Da mihi, ubi consistam, et terram loco dimovebo.*

R, prostopadłe na kierowności sił z obu stron, siły maią się w stosunku odwrotnym tych prostopadłych, czyli ieźli wieloczyny ich statyczne są równe. Gdybyśmy nawet zamiast dwóch sił lub ciężarów po końcach, przydali ich więcéy w różnych punktach z iednéy i drugiéy strony podpory w E, F, H, i t. d.; równowaga będzie zawsze, ieźli tylko summa wieloczynów statycznych wszystkich ciężarów z iednéy, równa iest summie wieloczynów z drugiéy strony podpory, to iest $P \times AR + E \times ER + F \times FR = Q \times BR + H \times HR$. Wystawmy sobie nakoniec nieskończoną liczbę punktów ciężkich iak są *np.* punkta materyalne, składaiące drążek ciężki, będzie i w tym razie drążek w spoczynku, gdy summa wieloczynów ze wszystkich punktów ciężkich przez swoie odległości od podpory, równa iest summie wieloczynów z drugiéy strony — Drążek uważany iako ciężki, iaki pospolicie iest i używa się w rzeczy saméy, zowie się *drążkiem fizycznym*, a punkt, w którym podparty utrzymuie wszystkie punkta iego ciężkie w równowadze, zowie się *środkiem ciężkości* (centrum gravitatis).

Gdybyśmy wzięli nie liniią, ale płaszczyznę złożoną z punktów ciężkich połączonych z sobą, tę można także utrzymać w równowadze i wstrzymać od upadku, podparłszy ią w iednym punkcie, któryby był tak obrany, żeby summa wie-

lo-

loczynów statycznych z iednéy, równa była summie z drugiéy strony tegoż punktu podpory. Można ią sobie wystawiać iako składaiącą się z z liniy ciężkich, z których każda ma swóy środek ciężkości: te biorąc za punkta znowu iedynie ciężkie i pomiędzy niemi wynayduiąc środek, ten będzie środkiem ciężkości całéy płaszczyzny. Nakoniec każde ciało uważaiąc iako bryłę złożoną z płaszczyzn ciężkich równolegle na sobie ułożonych, będzie iego środek ciężkości w środku między równemi summami wieloczynów statycznych z obu stron — Lecz ten punkt nieznayduie się na powiérzchni ciał, ale na linii pionowéy, przechodzącéy, przez punkt podpory. Przez praktykę można go wynaleźć zawiesiwszy raz ciało w iednym punkcie, potém drugi raz w innem położeniu, a naylepiéy pod kątem prostym do kierowności piérwszego zawieszenia: poprowadziwszy w obu razach myślą pionowe przez punkt podpory, punkt, gdzie te dwie liniie się przetną, będzie rzetelnym środkiem ciężkości ciała tego.

Jeźli iest ciało figury foremnéy, równéy grubości wszędzie i doskonale iednorodne we wszystkich swoich częściach, środek ciężkości przypadnie razem ze środkiem figury. Lecz gdy w iednym końcu będzie miało więcéy punktów ciężkich niż w drugim; środek ciężkości będzie bliż-

bliższy cięższego końca w miarę większéy różnicy ciężarów, tak, aby wieloczyny statyczne z obu stroń były równe. Są nawet ciała, które nie maią żadnych tam cząstek, gdzie ich środek ciężkości przypada *np.* léjek, kula wydrążona, obrączka i t. p. Zawiesiwszy obrączkę na nici raz w iednym, drugi raz w innym o 90° stopni blizko odległym punkcie, liniie pionowe w obu razach prowadzone przetną się w środku prawdziwym ciężkości, w środku okręgu wprawdzie, ale tam gdzie iest mieysce próżne.

Środek ciężkości podparty utrzymuie całe ciało w równowadze, wytrzymuie przeto ciśnienie równe, summie wszystkich punktów ciężkich czyli ciężarowi całego ciała, podobnie i punkt podpory w drugu wytrzymuie ciśnienie równe summie wszystkich ciężarów na nim zawieszonych — Chodzenie nasze zależy na podpiéraniu zręcznem na przemiany środka ciężkości ciała naszego, nie pozwalaiąc mu wychodzić za podstawę, którą stanowią nógi nasze — Na tém także zależy skakanie na linach i noszenie ciężarów na głowie lub na palcu — Środek ciężkości zawsze spada nayniżéy, iak tylko może; chociaż się zdaie czasem, że powiérzchnia ciała postępuie do góry, iak to widzieć można na kole obciążonem w iedney części, które toczy się do góry po równi pochyłéy, lub też na kręglu dwoistym (conus duplex) lub téż na skoczku chińskim i t. p.

Drąg fizyczny ieżli iest iednostayny wszędzie grubości i iednorodny w swoich częściach, ma swóy środek ciężkości w środku figury, który do punktu uważać trzeba iako siłę wyrównywaiącą ciężarowi całego drążka, przydaną w pewnéy odległości od podpory, przez którą siła rozmnożona daie wielorzyn statyczny. Daymy, iż drążek waży 10 funtów, a środek iego ciężkości w F, w który trzeba uważać, iak gdyby był ciężar zawieszony wielkości 10 funtów w odległości = 1 od podpory R (*fig.* 2.) *iakich* AR *ma* 4, *a* BR *ma* 2; *równowaga przeto na drążku będzie ieżli iest* P × 4 + 10 × 1 = Q × 2. *Niech będzie* P = 15 *funtów będzie* 2 Q = 70, *a stąd* Q = 35 *funtów.*

Uważaiąc pod ogólnym widokiem ciężar iako siłę opieraiącą się podnoszeniu, podporę iako siłę wprost przeciwną niedozwalaiącą upadać; więc w każdém działaniu za pomocą drążka trzy siły zachodzą, a w tym względzie nie masz tylko ieden rodzay drąga. Lecz rozróżniaiąc podporę od ciężaru, ciężar podnoszony od siły naszéy lub zwierząt używanych do dźwigania; na ten czas drążek dzieli się nayprzód na dwuramienny (heterodromus) i iednoramienny (homodromus). Dwuramienny iest, gdy podpora znayduie się między siłą a ciężarem, a iednoramienny, gdy siła i ciężar z iednéy strony podpory się znayduią, która iest na iednym końcu drążka — Jednoramien-

ny dzieli się ieszcze na dwa rodzaie, podług tego iak ciężar iest bliżéy podpory niż siła lub przeciwnie: stąd poszedł podział drążków na trzy rodzaie.

Piérwszego rodzaiu drążek, gdy podpora iest we środku, iak na fig. 2. Drążek do podnoszenia lub przenoszenia ciężarów, nożyce, przemiany różne, ważki i t. p. są drążkami tego rodzaiu.

Drugiego rodzaiu iest, gdy ciężar bliżéy podpory, iak iest na fig. 3, gdzie iest siła w *P*, ciężar w *Q*, podpora w *C*, takiemi są: siekacze, kleszczyki do orzechów, taczki i t. p.

Trzeciego rodzaiu iest, gdy siła bliżéy podpory niż ciężar: co można sobie wystawić także na fig. 3, gdyby siła była w mieyscu *Q*, a ciężar w mieysou *P*, iak to mamy w podnoszeniu ciężarów ręką naszą, lub za pomocą machin podobnie urządzonych, które maią ciężar w środku, a koniec drugi przytwierdzony, w kraianiu nożem etc.

Wszystkie te trzy rodzaie zasadzaią się na tém samém prawie: że równowaga w ten czas iest, gdy wieloczyn z siły przez odległość od podpory, równy iest wieloczynowi z ciężaru przez swoię odległość. A stąd widzimy, że w drążku piérwszym siła może bydź rowna, mnieysza lub większa od ciężaru, a zawsze w iedną stronę z

ciężarem ma kierowność; w drugim zawsze będzie mnieysza; a w trzecim zawsze musi bydź większa: w tych obóch razach siła z ciężarem maią kierowności przeciwne.

Drążek iest iedna z sześciu machin, które zowiemy prostemi, a te są: *Drążek*, *Równia Pochyła*, *Krążek*, *Kołowrot*, *Klin* i *Śruba*; wszystkie inne są z nich złożone, a teorya drążka stanowi zasadę wszystkich prawie machin tak prostych iako i składanych. W każdéy machinie na 4 główniejsze rzeczy wzgląd mieć należy; na siłę, ciężar czyli opor dany do pokonania, na punkt podpory czyli środek ruchu i chyżość siły lub oporu.

Równia pochyła (plánum inclinatum) iest to płaszczyzna *AB* (fig. 4) pochylona do poziomu pod kątem *ABC* mogącym mieć od o do 90°, który zowie się iéy pochyłością i pionowa *AC* zowie się iéy wysokością, *BC* podstawą.

Wystáwmy sobie ciało maiące swóy środek ciężkości w *D*, którego ciężar całkowity iest *Q*, zatrzymane w *H* na równi pochyłéy *AB*. Widzimy nayprzód, że to nie całym ciężarem swoim, ale częścią iego ciśnie na równią, część zaś drugą tylko, siła dźwigać musi. Spuściwszy pionową *DQ*, ta nam okazuie kierowność siły ciężkości, podług któréy całkowity ciężar ciśnie:

ozna-

oznaczmy iéy wielkość przez *DF* i rozbierzmy ią na dwie inne *DH* i *DS*, iedną prostopadłą a drugą równoległą do równi. Piérwsza będzie całkowicie zniszczoną przez opor równi, pozostanie więc tylko druga *DS*, która nam oznacza ciężar pomnieyszony ciała danego, czyli siłę spychaiącą pomnieyszoną. Siłę całkowitą *DF* zowią *siłą bezwzględną* (vis absoluta): *DS* zaś, siłą *odnośną* czyli *pomnieyszoną* (vis respectiva). Nazwawszy ie *G* i *g* będzie $G : g = DF : DS$. A iako tróykąt *DFS* iest podobny tróykątowi *ACB*, i iest $DF : DS = AB : AC$ więc będzie także $G : g = AB : AC$, to iest siła bezwzględna do odnośnéy iak długość równi do iéy wysokości — Chcąc przeto utrzymać ciężar dany na równi, dosyć iest mieć siłę *P* równą i wprost przeciwną sile *DS* zamiast *DF*; a zatém będzie siła wstrzymuiąca *P*, do ciężaru całkowitego danego Q, iak wysokość równi *AC* do iéy długości *AB*.

Gdyby siła P' *ciągnęła równolegle do poziomu; należy sobie wystawić dwie siły iedną* P', *a drugą* Q *działaiącą w kierowności pionowéy, usiłuiące obrócić ciało około punktu* H, *w którym iest podparte. W takim razie spuściwszy prostopadłe* HK, HI *na ich kierowności, siły te będą w równowadze, ieżli są w stosunku odwrotnym tych prostopadłych, to iest* $P' : Q = HK : HI\ (= KD)$. *Jako zaś tróykąty* HKD *i* ABC *są sobie podobne*

dla prostopadłości boków na siebie więc HK : KD = AC : CB *a z atém* P' : Q = AC : CB, *to iest siła do ciężaru, iak wysokość równi do podstawy. Korzystnieysze przeto, iak widzimy, dla siły iest ciągnienie równoległe do długości równi, iak wyżey było* (*)

Użycie równi pochyłéy iest wielkie i rozliczne. Schody nasze, drabiny, pomosty do rusztowania, składanie lub nakładanie wszelkich ciężarów, dzieią się podług praw równi: im kąt pochyłości iest mnieyszy, tém łatwiéy te ciężary wstrzymywać lub podnosić.

Krążek czyli kluba (trochlea) iest to kółko osadzone i obracaiące się na osi, maiące rowek na swoim obwodzie, około którego sznur ochodzi. Oś ta albo iest przytwierdzona na iedném mieyscu C (fig. 5.), około któréy kółko się obraca, a w tenczas krążek zowie się *nieruchomym*, albo się taż oś wraz z krążkiem podnosi (fig. 6.), który w tenczas zowie się *ruchomym*.

Krążek nieruchomy czyli niepodnośny niepomnaża wcale siły; pociągnąwszy bowiem średnicę

(*) Prawo równowagi na równi możnaby tak w ogólności wyrazić: Siła z ciężarem będzie w równowadze, ieźli spuściwszy prostopadłe na kierowności ich, siła ma się do ciężaru odwrotnie i k te prostopadłe czyli odwrotnie iak wstawy kątów, które ich kierowności czynią z *HD* prostopadłą na równią.

dnicę *AB*, ta wystawia drążek piérwszego rodzaiu z ramionami równemi, a zatém i siła *P* musi bydź równa *Q* w czasie równowagi; pomaga tylko iedynie do wygodnieyszego działania. Na krążku zaś ruchomym, *A* uważa się iako podpora, *C* mieysce ciężaru zawieszonego, *B* iako mieysce działaiącéy siły *P*, więc tu zachodzi prawo drążka drugiego rodzaiu, to iest *P* : *Q* = *AC* : *AB*, to iest, przy kierownościach równoległych, iak 1 : 2. — Gdyby zaś kierowności nie były równoległe, niech będzie *np.* kierowność siły *EP'*; spuściwszy prostopadłą *AE*, ta będzie mnieysza od przeciwprostokątnéy *AF*, która znowu iest mnieysza od *AB*, a zatém *AE* nie będzie 2 razy większa od *AC*; więc siła musi bydź większą od połowy ciężaru, chcąc się utrzymać z nim w równowadze.

Takich krążków czyli klub nie tylko poiedyńczych się używa, ale nawet kilku połączonych razem z nieruchomemi. Skład takowy zowie się Wieloklubem (Polyspastus), których skutek może bydź obrachowany składaiąc stosunki siły względém ciężaru tyle razy, ile iest krążków ruchomych.

Kołowrot (axis in peritrochio, Tour, Treuil, Roue), iest to wałec poziomy, obracaiący się na dwóch bieguńach, za pomocą koła na nim osadzonego. Na wałcu zawiesza się ciężar *Q* (fig. 7.),

7.), a siła P ciągnie za obwód koła. W takim razie iest drążek piérwszego rodzaiu, gdzie podpora iest na osi walca w punkcie C, który iest spólnym środkiem okręgu walca i koła, odległością siły iest promień koła CP, a odległość ciężaru iest promień CD. W czasie równowagi zatém iest $P : Q = CD : CP$, iak promień walca do promienia koła. — Czasem zamiast koła przydaie się korba przy biegunie walca; na ten czas P do Q iest iak promień walca do promienia okręgu, który ręka robi obracaiąc korbą.

Używane widzimy kołowroty przy studniach; koła przy kopalniach, koła we młynach zwyczayne, albo te, po których wewnątrz depcąc ludzie lub bydlęta, obracaią one, są także kołowrotami. Klucze wszelkiego gatunku, kółki w instrumentach muzycznych zasadzaią się na teoryi kołowrotu.

Jeźli walec iest pionowo ustanowiony, a koło poziome ma położenie, w ten czas zowie się *Kiratem*.

Koło może mieć albo palce, które są przedłużeniami iego promieni. i zowie się kołem *palczastém* (rota stellata), albo ma kołki na obwodzie swoim prostopadłe do iego powiérzchni, a w ten czas zowie się *zębatém* (dentata). Często dla powiększenia siły, robi się skład kilku kół zębatych pionowych lub poziomych, które inne za-

zaczepiaią swemi zębami, lub za pomocą przydanych im trybików tuż przy nich osadzonych, iak to widzimy w młynach, tartakach, zégarach i tym podobnych machinach. Zbiór taki kół zębatych zowią *Pancratium*. Skutek ich rachuie się składaiąc tyle razy stosunek kół do swoich walców lub trybów, ile iest kół zębatych.

Lewar, którego się używa do podnoszenia bryk naładowanych lub tym podobnych ciężarów, iest to właściwie kołowrot, złożony z korby, maiącéy na osi swoiéy osadzony trybik, który zębami zaczepia o zęby pręta żelaznego i podnosi go, a tym samym i ciężar na nim położony. W nim siła ma się do ciężaru, iak promień trybu do promienia okręgu korby.

Klin (Cuneus) zwyczayny iest to trójgran, czyli Pryzma trójkątne, złożone z pięciu ścian, to iest 3 prostokątów i 2 trójkątów (fig. 8.) Są to dwie równie pochyłe złożone podstawami do siebie w linii *CB*; piérwszéy iest wysokość *AC*, długość *AB* podstawa *CB*; drugiéy taż sama podstawa, wysokość *DC*, długość *DB*, po których to równiach ciężar lub opór wstępuie do góry. *CB* zowie się wysokością klina, *AD* głową czyli podstawą klina.

Wbiwszy klin cały w drzewo, siła przez ten czas przebieży drogę równą wysokości iego *BC*, a części oporu z iednéy i drugiéy strony klina

na-

rostąpią się z mieysc swoich o połowę głowy czyli podstawy klina. A że siła do ciężaru lub oporu, ma się odwrotnie iak drogi przebieżone w równych czasach, czyli chyżości, więc będzie $P : Q = AC : CB$.

Z czego razem wypada, że im większa iest wysokość klina w porównaniu z podstawą, to iest: im klin ostrzeyszy a głowa węższa; tém mnieyszéy siły trzeba do utrzymania równowagi siły z ciężarem. Użycie klina samego iest bardzo częste w robotach mechanicznych, ale częstsze iest onego użycie w różnych narzędziach, iakiemi są: ostrze nożów, siekiéry, dłóta i t. p. Szpady, pałasze, maiące dwie lub więcéy ścian płaskich schodzących się z sobą, inne znowu maiące powiérzchnie okrągłe w ieden punkt zakończone, iak są: igły, ćwieki, szpilki, szydła i t. p. Zęby i rogi zwiérząt, dzioby ptaków, są także klinami. Niektórzy utrzymuią, że cząstki soli szczypiących lub kwasów muszą bydź na kształt klinów zakończone, dla łatwieyszego wchodzenia w pory ciał.

Wystawiwszy sobie walec *ABCD* (fig. 9.), około którego obwiniony iest z ukosa tróygran *EFGIH* lub czworogran, będziemy niżeli wyobrażénie *Śruby* (Cochlea). Pryzma to okręcane wyobraża nam *gwinty* (helices), które albo są czwo-

ro-

nograniaste, iak się robią często w śrubach metalowych, albo trójgraniaste, iak są nayczęściey drewniane, podstawą swoią walec oblégaiące, a grzbietem naybardziey od osi walca oddalone.

Przeciąwszy śrubę płaszczyzną przechodzącą wzdłuż osi walca, odległość *EF* punktów brana na dwóch grzbietach przyległych, po których ciężar ustępuie, zowiemy *krokiem śruby*. Gdy w innym walcu wydrążonym maiącym otwor równy średnicy piérwszego, zrobi się wewnątrz śrubá maiąca grzbiet gwintu wydrążony zamiast wypukłego i krok równy piérwszemu, tak, aby mogła bydź osadzona na piérwszéy; takowa śruba wydrążona zowie się *Mutrą*.

Gdy ciężar podniosi się lub zniża o ieden krok, siła trzymaiąca za sam brzeg gwintu musi obiédz okrąg, którego promieniem iest odległość osi walca od punktu, którego się trzyma siła. Więc w czasie równowagi, siła iest do ciężaru odwrotnie, iak drogi od nich przebieżone w równym czasie, czyli *iak wysokość kroku do okręgu śruby*. Jeźli zaś używa się pomocy drążka do obracania, *np.* w mieysou *P*, iak się pospolicie dzieie; na ten czas siła ieszcze więcéy odbiéra pomocy, drogą bowiem iéy będzie okrąg, który czynią końce ramion drąga. A tak ogólnie: *siła ma się do oporu, iak krok śruby* EF *do okręgu maiącego za promień odległość osi walca do punktu*,

ktu, gdzie siła iest umieszczona, to iest IP. Im niższy przeto będzie krok, a dłuższe ramiona drążka, tém bardziéy dzielność siły się powiększy; ale siła zawsze i wszędzie w podobnych przypadkach musi większą drogę przebiégać: co się przeto zyskuie na sile, traci, się na chyżości i na odwrót.

Śruba nieskończona iest to śruba z korbą P (*fig.* 10), *o dwóch gwintach* A *i* B, *któremi ciągle zaczepiaiąc koło palczaste* CD *obraca one, a tém samém podnosi ciężar* Q *na osi iego, czyli walca się okręcaiący. Machina ta złożona iest ze śruby i kołowrotu, w podwoionym przeto stosunku siła, będzie do ciężaru.*

Opor zębów koła można uważać, iako ciężar opiéraiący się, który nazwiymy Z; *ząb zaczepiony przebiega krok śruby* AB *w tym czasie, gdy siła* P *przebiéga okrąg koła maiącego promień* ME, *będzie więc nayprzod* P: Z: AB: *okręgu promienia* ME, *skąd mamy* $Z = \frac{P \times Okr.\ ME}{AB}$. *Ząb* Z *odebrawszy ruch, uważany bydź może, iak siła poruszaiąca koło zębate promienia* CD, *na którego walcu promienia* Cr, *obwiia się ciężar* Q; *będzie przeto, podobnie iak na kołowrocie, uważaiąc* Z *za siłę,* Z: Q = Cr: CD, *czyli, wkładaiąc zamiast* Z *iego wartość wyżéy znalezioną, będzie* $\frac{P \times Okr.\ ME}{AB}$:

Q =

$Q = Cr : CD$, *z których będą wieloczyny* $P \times Okr.ME \times CD = Q \times Cr \times AB$, *a stąd* $P : Q = Cr \times AB ; CD \times Okr.ME$, *to iest siła do ciężaru iak wieloczyn z promienia walca przez krok śruby, do promienia koła palczastego przez okrąg korby, który siła obiega.*

Daymy, że $Cr = 1$ *cal.*; $AB = 2$ *calom*, CD 12 *cal. okrąg koła obieganego przez siłę* 18 *calów, więc będzie* $P : Q = 2 : 216 = 1 : 113$, *ieden przeto funt utrzyma się w równowadze z ciężarem ważącym funtów* 113.

Śruba Archimedesa iest to, wał, około którego rura w obu końcach otwarta, w ślimak iest w całey długości okręcona. Stawia się ten walec z ukosa pod kątem 45°, *otwór dolny rury maiąc zanurzony w wodzie, która ma się wyciągać i obracaiąc go w stronę przeciwną kierowności wyższego otworu. Krople wody zaczerpnione w rurę ciężkością swoią spadaią na niższe mieysce dla okrągłości rury; obracaiąc zaś śrubę w przeciwną stronę, mieysca, w których się te krople wody znayduią, podnoszą się coraz wyżey, a z niemi i cząstki wody następnie iedne po drugich, aż doydą do górnego otworu, którym się wylewaią zewnątrz w mieysce przeznaczone. Machina ta użyteczna iest do wyczerpywania wody z mieysc wodą zalanych, nie wynosi atoli oney do bardzo znacznéy wysokości.*

O Przeszkodach nadwerężaiących teoryą Machin.

Niedosyć iest poznać prawa, którym podlégaią machiny, trzeba poznać także przeszkody nadwerężaiące też prawa, a takiemi są: niegiętość sznurów, których się pospolicie używa do machin, tarcie, przyleganie ciał ciekłych, czyli adhezya i opór środków, dla których to przeszkód trzeba siłę powiększać nad prawo machin, chcąc skutek żądany otrzymać.

Co się tyczy tęgości i niegiętości sznurów, uczy nas doświadczenie: 1) że niegiętość ich, tém staie się większa im większa iest siła czyli ciężar, który ie wypręża — 2) że gdy ciężary są równe, niegiętość tém iest większa, im sznur grubszy, czyli opór wzrasta z średnicą sznurów — 3) nakoniec doświadczenie uczy, iż tém więcéy niegiętości i oporu sznur okazuie, im walec około, którego sznur się okręca, iest cieńszy, czyli ma się opor w stosunku odwrotnym średnicy; lubo ć ten stosunek niezupełnie iest równy. A tak gdy razem wielkość ciężaru wyciągaiącego, grubość i walca sznura będą nierówne, opór w machinach pochodzący z tęgości sznurów będzie w stosunku złożonym z *prostego ciężarów*, z *prostego średnic sznurów* i *odwrotnego średnic walców*.

Co do *tarcia*: Każde ciało iakkolwiek zmysłóm naszym gładkie się wydaie *np.* drzewo,

wo, kamień, szkło, metale i t. p., maią iednakże mniéy, więcéy chropowatości na swoiéy powiérzchni; będąc przeto położone na drugiém, lub dotykaiąc się go, poruszone, wydatnemi cząstkami swemi zaczepia o chropowatości drugiego, lub wytłacza nowe wydrążenia, a tém samém doznaie oporu lub zatrzymane bywa w swoim ruchu; co osłabia skutek machin. Przeszkodę i opór w ruchu z téy chropowatości cząstek pochodzący, zowiemy *Tarciem* (frictio(.

Tarcie iest dwoiakiego gatunku; raz gdy się ślizga ciężar, drugi raz gdy się toczy po powiérzchni; w piérwszym razie tarcie iest większe i zowie się tarciem piérwszego, w drugim razie mnieysze, tarciem drugiego gatunku. W piérwszym bowiem razie ciężar chcąc posunąć, trzeba rozrywać i targać cząstki opiérające się, w drugim cząstki stérczące nakształt zębów, wyimuią się zagłębione i przekładaią tylko.

Względem tarcia uczą nas doświadczenia:

1) Że tarcie 1go gatunku iest większe niż drugiego.

2) Że powiększa się z powiększeniem ciężaru, chociaż ta sama powiérzchnia co i piérwiéy

3) Tarcie powiększa się z powiększeniem chyżości, gdy ciało to samo, więcéy drógi w równym czasie przebiégać musi.

4) Że tarcie iest większe, gdy ciężar ciągniony iest w poprzek niż wzdłuż słoiów drzewa.

5) Nakoniec nie wszystkie ciała doznaią równego tarcia iedne od drugich. Muszembrek doświadczył że stal naymnieyszego doznaie tarcia tocząc się po mosiądzu, a coraz większe ma następnie z miedzią, stalą, cyną i t. d.

Tarcie się zmnieysza, gdy się zamienia ile można pierwsze na drugie, to iest tocząc ciężar zamiast ciągnienia; także przydaiąc tłustości, iako to: smoły, oleiu, smalcu i t. p przez które nayprzód wyrównywaią się chropowatości, a zbywaiące cząstki nakształt waleów podłożonych, przemieniaią w pewnym sposobie tarcie pierwszego na tarcie drugiego gatunku.

Przez tarcie pospolicie wszystkie rzeczy się psuią i niszczą, iako to: sprzęty, suknie, wszelkie machiny i naczynia. Ale ieźli tarcie z iednéy strony iest szkodliwe, z drugiéy strony wielkie także z niego mamy użytki: pilniki, piły, kamienie młyńskie, szlufowanie, ostrzenie i t. p. są nam użyteczne przez tarcie. Sciskamy ciała za pomocą śrub i klinów lub przeszkadzamy z małą siłą ruchowi niepotrzebnemu. Nie moglibyśmy chodzić po nierównych mieyscach i upadalibyśmy za naymnieyszą odmianą pochyłości pod stopami naszemi, nie moglibyśmy nic

pod-

podnosić w naszych palcach, gdyby nie było tarcia — Zjezdzaiąc z gorzystych mieysc hamuiemy koła, przez co zamieniamy tarcie drugiego na tarcie piérwszego gatunku, chcąc przeszkodzić niepotrzebnemu ruchowi.

O przeszkodach ruchu z oporu środków i przylégania niżéy zobaczymy.

ROZDZIAŁ IV.

o *Ruchu ciał stałych czyli Początki Mechaniki właściwéy.*

Gdy ciało iedno poruszone od iakiéy siły uderza o drugie, udziela mu ruchu swego, tak że potém oba mogą zostać w ruchu, który potrzebuie czasu do przelania się z iednego w drugie. Dla poznania przeto uderzania wystawiamy sobie ciała uderzaiące się albo doskonale niesprężyste albo sprężyste, lubo ć takich w naturze nieznamy: zamiast piérwszych używamy do doświadczeń kulek z ołowiu lub gliny niezupełnie suchéy, a zamiast doskonale sprężystych używamy kulek ze słoniowéy kości — Nadto uważać będziemy tu nayprostszy sposób uderzania się, to iest, iakoby środki ciał uderzaiących się, maiących massy równe, ciągle zostawały na iednéy linii.

Oznaczmy ciało uderzaiące przez A, maiące massę M, chyżość C, uderzone przez B z massą m, chyżością c. Ciało uderzone może bydź w tro-

troiakiém położeniu względem uderzaiącego: albo może bydź spoczywaiące, albo w iedną stronę z *A* biegnące, albo w stronę wprost przeciwną; w piérwszym razie iego chyżość iest *o*, w drugim + *c*, w trzecim — *c*.

Trzecie prawo odkryte przez Newtona uczy nas, że gdy dwa ciała uderzą się, iedno z nich tyle traci ilości ruchu, ile drugie zyskuie, czyli że summa ilości ruchu w obu ciałach razem wzięta ta sama iest po uderzeniu, co i przed uderzeniem. Jeźli przeto ilość ruchu ciała *A* iest *MC*, a ciała *B* iest *mc*; połączywszy *B* zem z sobą, ilość ich ruchu po uderzeniu będzie $MC \pm mc$, gdzie *mc*, może bydź albo = *o*, albo powiększać ilość *MC* przez znak +, albo zmnieyszyć przez odeymowanie.

Aby oznaczyć chyżość ich z iaką póydą po uderzeniu, *naypryzód* przekonywamy się, że one nieodskoczą od siebie, bo są niesprężyste, *powtóre* muszą razem iśdź i z równą chyżością, lub oba razem zastanowić się; iedno bowiem od drugiego nie może iśdź ani wolniéy ani chyżéy — Wiedząc zaś ilość ruchu, łatwo można zawsze wyciągnąć chyżość, dzieląc tylko ię przez massę poruszoną, iakośmy widzieli — A iako tu dwie massy *M* i *m* spólny ruch mieć będą, z których spólna ilość ruchu powstaie $MC \pm mc$, więc trzeba podzielić obie ilości przez summę

mass,

mass, to iest nazwawszy ich spólną chyżość przez V, będzie $V = \frac{MC \pm mc}{M+m}$. Podług tego wyrażenia można łatwo wyrachować wiele iedno utraca a drugie z nich zyskuie. I tak A miało chyżość C, a teraz ma V, więc utraciło $C - V$; B zaś maiąc c, teraz V, więc zyskuie $V - c$: co wszystko w liczbach objaśnione łatwiéy się zrozumié.

Daymy, że $M = 10$, $m = 2$, $C = 8$, c zaś albo $= 0$, albo $+4$, albo -4; będzie więc w tych trzech przypadkach:

$$V = \frac{80+0}{12} = 6\frac{2}{3}; \quad V = \frac{80+8}{12} = 7\frac{1}{3}; \quad V = \frac{80-8}{12} = 6.$$

Przypuśćmy, że ciała A i B są doskonale sprężyste, A dwa razy tyle straci co piérwiéy, to iest straci $2C - 2V$, a B dwa razy tyle zyska, to iest $2V - 2c$, a to dla tego, że ciał sprężystych ta iest natura, iż one z równą zupełnie siłą odprężaią, z iaką są naciśnione. Po tém przeto uderzeniu nie póydą spólną chyżością ale odmienną, a nazwawszy chyżość ciała A po uderzeniu przez C'; chyżość zaś B przez c', ponieważ A maiąc C przed uderzeniem utraciło $2C - 2V$, więc iego chyżość po uderzeniu $C' = C - 2C + 2V = 2V - C$; B zaś maiąc c nabyło $2V - 2c$, a zatém chyżość iego po uderzeniu będzie $c' = c + 2V - 2c = 2V - c$.

Biorąc równe massy $M = m = 10$, $C = 8$; ieźli $c = 0$, będzie $V = \frac{80}{20} = 4$; ieźli $c = 4$, będzie $V = 6$; ieźli zaś $c = -4$, będzie $V = 2$, a zatém

w piérwszym razie $C' = 8 - 8 = 0$; $c' = 8$.

w drugim razie $C' = 12 - 8 = 4$; $c' = 12 - 4 = 8$.

w trzecim razie $C' = 4 - 8 = -4$; $c' = 4 + 4 = 8$,

to iest: że gdy są massy równe, ciała sprężyste uderzaiąc się zamienią swoie chyżości i kierowności nawet między sobą.

Ruch ciał bydź może albo *bezprzeszkodny* (liber), gdy ciało idzie za kierownością siły poruszaiącéy lub za kierownością wypadkowéy z kilku sił razem działaiących; albo odbywa się po drogach danych. — Nadto ruch może się odbywać albo po liniach prostych, albo po linii krzywéy iakieykolwiek.

Ruchem bezprzeszkodnim iest *ruch iednostayny*, gdy ciało w równych czasach równe drogi przebiéga. W takowym ruchu znaiąc chyżość, czyli, co iedno iest, drogę, którą ciało w danéy chwili przebiéga, łatwo można wyrachować drogę, którą ciało w iakiéykolwiek bądź liczbie podobnych chwil przebieży, rozmnożywszy tylko tę chyżość przez czas. Nazwawszy drogę S, czas T, chyżość C; będzie $S = CT$.

Porównywaiąc ruchy dwóch ciał z sobą, z których iedno ubiéga drogę $S = TC$, a drugie $s = tc$,

ma-

mamy proporcyą $S : s = TC : tc$ czyli $Stc = sTC$, z którego, możemy wyciągać odpowiedzi na różne warunki w nie wprowadzone. I tak, gdyby czasy były równe $T = t$; będzie

$S : s = C : c$, to iest drogi będą iak chyżości. Gdy $C = c$; będzie $S : s = T : t$, to iest drogi maią się iak czasy. Kładąc $S = s$; będzie $T : t = c : C$ to iest czasy odwrotnie iak chyżości.

Ruch iednostaynie przyśpieszony, iaki między innemi widzimy w ciałach ciężkich bezprzeszkodnie spadaiących, zowie się dla tego, że chyżość iego coraz bardziéy wzrasta, a podzieliwszy czas na równe części tak małe, żeby iuż mnieyszych nie można było oznaczyć, każdéy chwilce następnéy odpowiada coraz większa chyżość i rośnie wraz z czasem. Stosuiąc te dwie ilości, czas i chyżość, w związku będące z sobą, można ie wyrazić przez boki troykąta prostokątnego ABC (fig. 11), którego bok AB dzieląc na ilekolwiek części Ad, de, ef etc. i ciągnąc równoległe z tych punktów di, el, fk etc. piérwsze oznaczaiące czas, będą do siebie w tym samym stosunku co i drugie oznaczaiące chyżość np. $Ad : AB = di : BC$. Chyżość, któréykolwiek chwilce odpowiadaiąca BC, zawsze wrastaiąca i coraz większa, im dłuższy czas spadało ciało, zowie się *końcową* (finalis v. acquisita).

Chyżości każdéy chwilce odpowiadaiące, o-

znaczają się przez drogi, które te drogi przez ciało spadaiące-odbywane, składaią iedną linią pionową bez przerwy; lecz gdy ie osobno uważać będziemy, drogi te są liniami coraz większéy długości tak dalece, iż ułożywszy ie na sobie następnie, te utworzą i zakryią powiérzchnią troykąta iakiegokolwiek prostokątnego *ABC*. Chcąc przeto oznaczyć summę tych wszystkich liniy razem wziętych, czyli drogę całkowitą w iakim danym czasie, dosyć iest wymierzyć powiérzchnią troykąta *ABC*, znaiąc *AB* i *BC*, to iest czas cały i chyżość końcową — Nazwawszy całą drogę *S*, czas *T*, chyżość *C*; ponieważ powiérzchnia troykąta $ABC = \frac{AB \times BC}{2}$, będzie także $S = \frac{TC}{2}$, co znaczy: że *droga przebieżona ruchem iednostaynie przyśpieszonym równa iest połowie wieloczynu z czasu przez chyżość.*

Nazwawszy w drugim troykącie *AGM* podobne ilości przez *s*, *t*, *c*, będzie $s = t^2$; że zaś powiérzchnie tych troykątów maią się iak kwadraty z boków odpowiadaiących *AB* i *AG*, *BC* i *GM*, będzie $S : s = T^2 : t^2 = C^2 : c^2$, to iest *drogi maią się iak kwadraty z czasów, lub kwadraty z chyżości.*

Oznaczaiąc chwilki czasu następne po sobie przez szereg liczb: 1. 2. 3. 4. 5. etc. drogi im od-

odpowiadaiące będą iak kwadraty z nich, to iest 1. 4. 9. 16. 25 i t. d., co znaczy, że ieźli w 1 chwilce przebiéga drogę *np. g*; we dwóch przebieży 4*g*; we trzech 9*g* i t. d. Odciągaiąc liczby poprzedzaiące od następuiących w szeregu kwadratów, otrzymamy 1. 3. 5. 7. 9. 11 i t. d. to iest: ieźli ciało w piérwszéy chwilce przebiéga *g*, w drugiéy 3*g*, w trzeciéy 5*g*, w czwartéy 7*g* i t. d. czyli *przebywanie dróg za każdą chwilką, idzie tak iak liczby nieparzyste.* Taką drogę w 2giéy chwilce wyraża figura BCMG, a w obu chwilkach *AGM*.

Pozostaie tylko oznaczyć wielkość *g*, czyli wiele w iakiéy iednostce naymnieyszéy ciało spada. Doświadczenia naydokładnieysze daią nam poznać, iż w 1 sekundzie ciało bezprzeszkodnie spadaiąc, przebiéga 15,1 stóp, czyli 4metry, 905. A tak w 1 sekundzie ubiéga $15^{5},1$, we dwóch $(15,1)4$; we trzech $(15,1)9$ i t. d. Chcąc przeto wyrachować, wiele ciało spada *np.* w 7", to nam da proporcyą $1^{2} : 7^{2} = 15,1 : x$, które będzie $= 739,9$ stóp.

Chyżość końcowa, czyli nabyta, odpowiadaiąca ostatniéy chwilce ruchu, tak iest wielka, że gdyby z tą samą chyżością tylko ciało biegło, bez działania siły przyśpieszaiącéy, dwa razy większą drogę ubiegłoby w równym czasie. Daymy, że iest chyżość końcowa *BC*, a czas iéy

na-

nabycia AB; wziąwszy czas drugi $BG = AB$, ciało przez ten czas chyżością końcową BC przebiegłoby ruchem iednostaynym drogę $BCHG$, która iest dwa razy większą od ABC.

Gdyby kula lub inne ciało była wyrzucona wprost do góry po linii pionowéy; siła ciężkości działaiąc ciągle na nie, coraz osłabiałaby moc tego rzutu, tak że gdy w 1 sekundzie osłabiła ią iak 1, w 2giéy osłabiłaby iak 3; w 3ciéy iak 5; w 4téy iak 7 i t. d. aż nareszcie siła rzutu stanie się = 0: ciało przeto wznosiłoby się w górę ruchem iednostaynie spoźnionym.

Ciało póki od iednéy siły stateczněy iest pędzone, idzie zawsze linią prostą i ruchem iednostaynym; lecz gdy idzie linią krzywą, znakiem iest, że musi dwie lub więcéy sił na nie działać, z których iedna przynaymniéy musi bydz niestateczną. Niech będzie kula wyrzucona w kierowności linii BA (fig. 12); z armaty podniesioney pod kątem ABC, kula ta od siły prochu na raz odebrawszy uderzenie, przebiegałaby równe drogi w równych czasach Bd, de, ef, fg, gA; ale że siła ciężkości razem na nię działa także, która w piérwszy chwilce odciągnie ią od téy drogi iak 1, a potém następuie iak 3, 5, 7, 9. etc., które odległości równe są liniiom dm, en, fo, gp; kula przeto przeydzie przez końce liniy spuszczonych, i póydzie linią krzywą $BmnopC$; któ-

ra

ra się zowie *Parabolą*. Odległość *BC* zowie się *odległością wystrzału* (amplitudo jactus), która będzie naywiększa w ten czas, gdy kąt *ABC* iest równy 45°.

O *sile dośrodkowéy i odśrodkowéy*. Gdyby dwie siły działały na ciało *A* w ten sposób, że iedna z nich iest statecznie w punkcie *C* (fig. 13), działaiąca podług *AC*, a druga będąc siłą rzutową w kierowności *AB*; ciało *A* w piérwszéy chwilce, maiąc przebiégać *Ad* i *Ag*, przebiégłoby drogę czyli przekątnią *Am*; w drugiéy zamiast *mn* i *mh* przebiegłoby *mp*. W mieyscu *p*, gdy siła *C* działa wielkością i kierownością *pt*, a druga *ps*, punkt *A* znowu przeydzie przekątnią *pq* i tak daléy w około punktu *C*. A iako te chwilki są nieskończenie małe, zbiór tych liniy przebieżonych także nieskończenie małych, utworzy linią krzywą, iaką iest koło, ellipsa lub tym podobne — Punkt *C* zowie się *środkiem sił* (centrum virium); siła, która ciągnie ciało *A* do środka *C*, zowie się *Dośrodkową* (Centripeta), a druga oddalaiąca ie od środka, zowie się *Odśrodkową* (Centrifuga), któréy wielkość właściwie oznacza prostopadła *dr*, gdyż o tę ilość ciało oddaliłoby się od drogi *Am*, którą idzie rzeczywiście, a którą poszłoby i daléy wzdłuż *Amn*, gdyby dośrodkowa w tym momencie ustała, lub część iego, iak czasem bywa, oderwała się — Siły te

zo-

zowią się *środkowe* (vires centrales), a ruch, *ruchem środkowym* (motus centralis).

Doświadczenie i dowody matematyczne uczą nas, że dzielność siły odśrodkowéy wzrasta w miarę massy, chyżości i odległości ciała ruszaiącego się, od środka ruchu. Wziąwszy ciężarek uwiązany na nici iak do procy, zobaczymy, że im ciężarkowi massę albo chyżość nadamy większą, albo nakoniec, im na dłuższym uwiązany będzie sznurku, czyli większą odległość od środka ruchu mieć będzie: tém mocniéy uderza, a oderwany lub wypuszczony z tém większą chyżością ulatuie. To samo widzimy na błocie odlatuiącém od kół powozu, na kołach feierwerkowych i t. p. Takiém to wspólném działaniem sił środkowych planety krążą około słońca, i wszystkie ciała niebieskie około swoich punktów środkowych.

O ruchu na równi pochyłéy. Wystawmy sobie ciało spadaiące po drodze danéy prostéy, iaką iest równia pochyła *AB* (fig. 14), to będzie spadało wolniéy niż po linii pionowéy *AC*, ale zawsze podług tych samych praw ruchu iednostaynie przyśpieszonego. Że zaś siły po pionowéy i po równi spychaiące ciało, maią się iak iak *AB*: *AC*, więc i drogi od nich w równych czasach przebiegane, będą się miały w podobnymże stosunku. A spuściwszy prostopadłą *Cd*

na-

na równią, ponieważ $AB : AC = AC : Ad$, więc drogi od ciała temi dwiema siłami spychanego, przebieżone w równych czasach, będą także iak $AC : Ad$, to iest: gdy ciało spadaiąc po pionowéy spadnie do C, spadaiące po równi, w równym czasie przebieży tylko Ad.

To nam podaie sposób znalezienia dróg na iakiéykolwiek innéy równi $Ae : Af$, którą ciało na niéy przebieży w tym czasie, w którymby spadło po iéy całéy wysokości AC, a te, przez spuszczenie prostopadłych Cg, Ch odcięte zostaną; iakiemi są Ag; Ah — Jako zaś te liniie czynią kąty proste w d, g, h i t. d. wszystkie maiące ramiona oparte na końcach linii AC; można przeto na wysokości równi AC, iako na średnicy, nakréślić koło przechodzące przez te wszystkie wiérzchołki, którego też liniie będą cięćiwami. To wykréślenie uczy nas, że ciała spuszczone w kole po średnicy AC i po któréykolwiek cięćiwie Ad, Ag, Ah etc. spadaią w równym czasie.

Ciała spadaiąc po któréykolwiek równi, tém powolniéy spadaią, im kąt pochyłości B iest mnieyszy, dla tego też krótszą drogę robią w równym czasie; lecz dozwoliwszy im spaśdź aż do końca swoiéy równi, wszystkie nabywaią w punktach B, e, f, chyżości równéy iaka iest w C, byle tylko wysokości tych równi były sobie równe.

Wahadła czyli Penduły. Gdyby nawet zamiast równi dana była droga krzywa *AB* (fig. 15.) do spadku, ciało spadłszy z *A* do *B*, takiéy nabędzie chyżości w *B*, iak gdyby spadło po równi *ArB*, lub po wysokości *DB*. Chyżością tą końcową, iakośmy poznali, gdyby siła ciężkości ustała, przebiegłoby drogę dwa razy większą; lecz z drugiéy strony wznosząc się do góry, podniesie się tylko do téy saméy wysokości; biegiem iednostaynie spóźnionym, a to dla przeszkody doznawanéy od siły ciężkości. Dla téy przyczyny zawiesiwszy ciężarek *B* na nici *SB* w punkcie *S*, i podniósłszy go do *A*, gdy spadnie do *B*, nabędzie takiéy chyżości, że się wzniesie do *C*; skąd znowu na odwrót siłą ciężkości spada do *B* i podnosi się z drugiéy strony do *A* — Tak tedy ciężarek ten na przemiany spadałby i podnosił się bez końca, gdyby tarcie i opor powietrza mu nie przeszkadzał i niezniszczył téy siły poruszaiącéy.

Uwieszone tak ciężarki zowią się *Pendulami*, a kołysanie się ich czyli przechód od *A* do *C* lub na odwrót, zowie się *oscyllacyą* — Pendułów użytek iest wielki w zegarach, w postrzeganiach astronomicznych i jeograficznych — Penduły tém prędsze oscyllacye wydaią, czyli tém więcéy w równym czasie, im są krótsze, będąc podniesione pod równym kątem *np. ASB*; albo im siła ściąga-

gaiąca ie na dół, czyli siła ciężkości, iest większa i nawzaiem. Oscyllacye w równych czasach odbywane zowią się *równoczesne* (isochronae), a penduły, których oscyllacye trwaią 1 sekundę, zowią się *sekundowemi*.

ROZDZIAŁ V.

O *Równowadze i Ruchu płynów ciekłych, czyli Początki Hidrostatyki i Hidraulik.*

Płyny ciekłe iakiemi są: Woda, Alkohol, Eter, Merkuryusz, wszelkie napoie i ciecze, winne są swoię ciekłość zbyteczney subtelności cząstek swoich i ruchomości onych, dla którey bardzo łatwo i z naymnieyszą siłą iedne po drugich rozsuwać się daią.

Nalewaiąc wody w naczynie postrzeżemy, że nietylko ciężaru przybywa i ciśnienia na dno, ale nawet i boki iego, które ieźli są cienkie lub miękkie *np.* ze skóry, wypręźaią się coraz bardziey, tak dalece, iż gdy są słabe, pękaią; niezaprzeczoną przeto iest prawdą, że płyny nietylko na dno ale i na boki naczynia ciśnienie swoie wywiéraią: Zobaczmy, iakim to się dzieie sposobem.

Wystawiwszy sobie wodę lub inny iakikolwiek płyn w naczyniu *ABCD* (fig 16.) podzielony na nitki pionowe iak naycieńsze, iakie tylko wystawić sobie można *mn*, *rq* i t. p. każda

taka

taka nitka składa się z cząstek bardzo drobnych, z których każda cząstka *np.* o wzięta w nitce *rq*, ciśniona iest ciężarem summy wszystkich cząstek teyże nitki nad nią będących *or*. Że zaś cząstka o lub iéy podobna, naciskana niżéy niespada, dowodem iest, że reszta cząstek téy nitki pod o będących, musi równy opor naciskaniu czynić — Ale cząstka o naciskana od części słupka *ro*, rozszérzać się musi także na strony, ulégaiąc czyli rozpłaszczaiąc się pod naciskaniem, cząstki przeto składaiące przyległe nitki byłyby rozepchnięte, gdyby od równie ciężkich słupków nie były ciśnione, i tak następnie, aż ostatnie z równą siłą oprą się o boki naczynia (*). To nam daie poznać, że *każda cząstka płynu wewnątrz brana musi bydź, i iest zarówno na wszystkie strony ciśniona, równie iak i sama inne naciska*: co wszystko pochodzi od ciężkości, a wcale nic nie zależy od obszerności naczynia.

Lecz nie trzeba wnosić, aby wszystkie cząstki były równą siłą przyciskane, iak o tém łatwo się przekonamy, dzieląc znowu tęż massę wody na płaszczyzny poziome iak naycieńsze *us*, *xz*, ró-

(*) Na dowód tego służyć mogą wiadra z ruchomemi bokami w środek otwieraiącemi się, które gdy są wpuszczone w studnią, woda ciśnąć na ich boki otwiéra one, i wchodzi, a potém podniesiona w wiadrze ciężarem swoim boki téż zamyka.

równoległe między sobą, a prostopadłe do nitek poprzedzaiących *mn*, *rq*. Biorąc znowu pod uwagę wszystkie cząstki składaiące iedną którąkolwiek taką płaszczyznę, można o nich twierdzić z pewnością, że wszystkie, i same cisną na inne i doskonale równe ciśnienie od nich odbieraią: inaczéy gdyby która z nich była mniéy ciśniona, ta niemogąc dadź dostatecznego odporu; byłaby koniecznie wypchnioną nad tęż płaszczyznę. Przekonywamy się przeto, że wszystkie cząstki iednéy podobnéy płaszczyzny któréykolwiek, są doskonale za równo na wszystkie strony ciśnione; ale cząstki brane względem siebie na różnych płaszczyznach poziomych, tém więcéy ciśną i są przyciskane, im są niższe czyli im maią więcéy cząstek nad sobą; tak cząstki płaszczyzny *xz* są mocniéy ciśnione niż *us*, naybardziéy znayduiące się na płaszczyznie dna *BC*, żadnegó zaś ciśnienia nieodbieraią na płaszczyznie zwierzchniéy *AD*. Dla tego też boki słabego naczynia naypierwiéy pękaią przy dnie; dla tego groble lub naczynia znacznéy wysokości powinny bydź przy spodzie grubsze i mocnieysze.

Z poprzedzaiącego wywodu i poznanéy raz dobrze téy prawdy wypada, że summa cząstek na każdą cząstkę płaszczyzny poziomey ciśnących, musi bydź we wszystkich nitkach równa;

koń-

końce zatém wyższe wszystkich podobnych nitek muszą się znaydować na iedney i teyże saméy płaszczyznie, co się wyraża w ten sposób: iż *powierzchnie płynów ciekłych* (w pewnéy obszerności brane), *są doskonale poziome, czyli układaią się do równowagi.*

Wszystko, cośmy poznali o składzie i związku wzaiemnym cząstek ciekłych, iest i zostanie zawsze prawdą, gdybyśmy zamiast cząstki iakiéykolwiek, lub wielu razem zebranych, wystawili sobie ciało iakie stałe, zupełnie ich mieysce co do objętości zaymuiące. Nic przeto nie przeszkadza, czy dno lub boki naczynia będą do nitek i płaszczyzn równoległe czy nie, to iest, czy te nitki pionowe u spodu, lub płaszczyzny poziome, będą dłuższe lub krótsze; cząstki bowiem stałe naczynia zastąpią resztę i to samo ciśnienie wytrzymywać i równy odpór dawać będą — Gdybyśmy poprzedzielali naczynie iakiemikolwiek przegrodami, byleby tylko woda z sobą miała wszędzie kommunikacyą, powierzchnia iéy ułoży się zawsze do równi poziomey. Wziąwszy nawet rurkę zakrzywioną, maiącą ramiona podniesione, lub naczynie iakie, do któregoby rurka była przyprawiona, woda w tych przypadkach do równéy podniesie się wysokości, i w obu ramionach ułoży się do równi poziomey. Rurki takowe składu litery *U*,

zowią się *rurkami spółkuiącemi* (tubi communicantes) — Co większa gdyby drugie ramie było krótsze i przytkane, póki się woda naléwa w drugie; odetkawszy ie nagle, woda z krótszego wytryśnie blizko do téy wysokości, w iakiéy iest woda w dłuższém: a to nam daie poznać przyczynę wytryskiwania źródeł, fontan, lub zaléwu przyległych okolic rzékom.

Na własności płynów ciekłych układania się do równowagi, zasadza się teorya pomp tłoczących. Pompy tłoczące mogą bydź dwoiakiego składu, iak to poznamy (na fig. 17.) Obie składaią się z walców iak iest *AB*, stępla z tłokiem *T*, i dwoch klapek *K* i *k*, z tą tylko różnicą, iż w iednéy iest tłok *T* z klapką *K* do góry otwiéraiącą się, a druga klapka *k*, iest w dnie pompy, zamiast że w tłoku *T* drugiéy pompy; klapka *K* z góry na dół otwiéraiąca się i dno przy *B* całkowite. Nadto robi się otwór *o* i przydaie się z boku przydatkowa rura *okN*, iak tu iest kropkami tylko oznaczona, maiąca klapkę *k* do góry się otwiéraiącą.

Tak iedna iak i druga wpuszcza się w wodę tak nizko, aż walec *AB* z tłokiem, będzie pod wodą *np.* do *MM*. Gdy tłok przyłożony do dna pociągnie się do góry, między tłokiem a dnem robi się próżnia, woda przeto któréy powiérzchnia zewnątrz iest *MM*, układaiąc się do równo-

wno-

wnowagi, otwiéra klapkę *k* w pompie piérwszego składu, i wchodzi do walca za tłokiem, tak wysoko, iak ón się tylko podnosi. Gdy się tłok spuszcza na dół, woda ciężarem swoim klapkę *k* zamyka, a niedaiąc się ściskać podnosi klapkę *K* i cała nad tłok wychodzi — Tak powtórzywszy pewną liczbę razy to podnoszenie, tyle się wody nad tłokiem zbierze, aż doydzie do otworu *F*, którym się wylewa na przeznaczone mieysce.

Podług tego łatwo poznać użycie drugiéy — Wstawia się walec pompy *AB* pod wodę, do którego ponieważ niema tu rury *AF*, woda ciężarem swoim wpada przez wiérzch walca *AC* otwiéra klapę *K* i napełnia walec; gdy się potém tłok spuszczać, woda opiéraiąc się naciśnieniu, zamyka klapkę *K*, a wchodzi w rurę pobocznią otworem *o*, i wychodzi nad klapkę *k*, którą sobie otwiéra — Podnosząc tłok woda wyniesiona nad *k*, zamyka ią swoim ciężarem, ale inna znowu w tym czasie wléwa się przez *K* do walca: co się póty powtarza, aż woda doydzie do rurki *N*, którą się zewnątrz wyléwa.

Ciśnienie pionowe wody na dno naczynia łatwo można wyrachować, podobnie iak ciał stałych mnożąc podstawę przez wysokość; zwłaszcza gdy naczynie iest walcowate lub graniaste; lecz nie zawsze są naczynia kształtu foremnego. Wszystkie kształty naczyń do trzech ga-

tun-

tunków mogą bydź ściągnione: albo równéy wszędzie obszérności od dołu do góry, albo węższe u dołu, albo przeciwnie węższe u góry iak u dołu. Wystawmy sobie te trzy gatunki naczyń *ABCD*, *EABF*, *MABN* maiące wszystkie równe dna *AB* (fig. 18.) i wszystkie do równéy wysokości *AD* wodą napełnione.

Co do piérwszego oczywista, że ciśnienie na dno naczynia walcowatego *ABCD* iest równe ciężarowi całéy wody — Równie łatwo poiąć, dla czego ciśnienie na dno naczynia *EABF* iest równe temu, iakie wywiéra tylko słup wody *GABH*, równego zupełnie słupowi *ABCD* w piérwszém naczyniu, gdyż reszta wody *gGA* i *HBh* opiéraią się pionowo na bokach pochyłych naczynia. Lecz co do trzeciego, zdaie się, na piérwszy rzut oka, rzeczą niepodobną, aby woda w tak wązkiem naczyniu i w tak małéy ilości, tyle ciśnęła na dno *AB* iak w piérwszém lub drugiém — Lecz to można poiąć przypomniawszy sobie o związku i wzaiemném działaniu cząstek wody na siebie i na ciała mieysce cząstek wody zaymuiące — Na ten koniec wystawmy sobie, iak gdyby było piérwiéy naczynie walcowate *LABK*. Wiemy, że równowaga między cząstkami wody niepsuie się, gdybyśmy wprowadzali w nie obce ciała zamiast iéy własnych cząstek, które ich mieysce zastępuiąc, tyleby ciśnienia do-

znawały i tyleby odporu czyniły, ile iéy cząstki własne. Podług tego więc możemy tyle cząstek stałych, w takim kształcie i połączeniu ie wewnątrz osadzać, iak się nam podoba; a tym sposobem uymuiąc mieysca wodzie, przyidziemy do nadaniu nowego kształtu *iABk* zamiast *IABK*: że zaś ciśnienie i odpór między cząstkami został ten sam co i piérwéy; więc i ciśnienie na dno będzie tak wielkie iak od ilości wody w naczyniu *IABK*: i ten to przypadek zowie się *Paradoxem hidrostatycznym.*

Ten wywód odkrywa nam prawo hidrostatyczne: *że ciśnienie płynów ciekłych na dno naczyń nie zależy od wielości wody, ani od obszerności naczyń, ale od wysokości wody w iakiémkolwiek naczyniu.*

O rurkach włosowatych. Luboć woda w rurkach spółkuiących do równéy wznosi się wysokości, są iednak przypadki, gdzie woda w iedném ramieniu znacznie wyżéy, niż w drugiém się podnosi — Przypadek ten zachodzi, gdy rurka ma otwór bardzo małéy średnicy, a rurki takowe w których średnica mnieysza iest niż o,1 cala, zowią się *włosowate* (tubi capillares). Doświadczenie to widzieć się daie, wpuszczaiąc iednym końcem rurkę włosowatą w naczynie z wodą, która w niéy przeciwko prawu równowagi podnosi się do góry Jakaby tego fenomenu by-

była przyczyna, różne czyniono domysły — Pierwszą przyczyną iego iest przyléganie, czyli adhezya, która sprawuie, iż w szklance nawet zawsze widzimy wodę w około nakształt obrączki podniesioną: gdy więc zamiast szklanki iest rurka wązka; woda ta podniesiona, styka się znowu sama z sobą, a cząstki iéy, przyciągaiąc się wzaiemnie, zléwaią się w iednę powiérzchnią, która dla siły przylégania znowu się podnosi wyżéy. Lecz sama siła przylégania niemogłaby zrobić tego skutku, wpływa do tego siła spoyności między wyższemi i niższemi cząstkami wody, siła ciężkości i układanie się do równowagi a naybardziéy kształt powiérzchni płynu. Przypatruiąc się bowiem podnoszącym się płynom w rurkach szklannych, widzimy iednych powiérzchnie zaklęśnione *np.* wody, spiritusu etc. innych zaś *np.* Merkuryuszu, wypukłe. Przy czém to także statecznie widzieć się daie, że płyny, których powiérzchnie są wklęsłe, te w rurkach włosowatych podnoszą się nad równią poziomą; których zaś końce słupków są wypukłe, te spadaią niżéy powiérzchni płynu w naczyniu będącego.

Płyny nierówno się podnoszą lub zniżaią w rurkach iakiéykolwiek średnicy: im ta iest mnieysza tém się płyn w niéy wyżéy podnosi i przeciwnie; podnoszenie się przéto lub zniżanie, ma się od-

wrotnie do średnic rurek — Nazwawszy iedney rurki średnicę D a wysokość płynu w niéy się podnoszącego A, drugiéy zaś d i a, będzie $A : a = d : D$, to iest im średnica mnieysza tém płyn wyżéy się podnosi lub zniża: co naydelikatnieysze doświadczenia i teorya wsparta rachunkiem zatwiérdza zupełnie — Skutki te wspólnem działaniem tych sił razem sprawione, zowią dla krótkości *Kapilarnością* (*). Fenomena kapilarności bardzo są pospolite i liczne w naturze, ciała bowiem wszystkie maią pory w sobie bardzo delikatne, które są właściwie rurkami włosowatemi. Dla tego to zanurzaiąc w wodę lub inny płyn drzewo, gębkę, płótno, bibułę, sól, cukier i tym podobne, widzimy płyny w nich podnoszące się do góry przeciwko prawu ciężkości. Dla téy samey przyczyny sznury i strony pęcznieią, a mury kamienne na wilgotném mieyscu stoiące do znacznéy wysokości wilgoć podnoszą.

O zanurzaniu ciał stałych w płynach. Ciało zanurzane w płynach, może bydź albo zupełnie równego ciężaru z wodą, albo cięższe, albo od niéy lżeysze. Gdy zanurzone równego z nią iest ciężaru, czyli pod równą objętością z wodą równo waży, takie utrzyma się w równowadze za-

wie-

(*) Kapilarność nieznaczy siły, iak niektórzy wyrażaią się, ale skutek od kilku sił sprawiony.

wieszone w śród wody, bó od równéy liczby słupków wody iest podparte iak i bryła wody, która przez toż ciało wypchniętą została.

Jeźli ciało zanurzone iest cięższe, czyli, co iedno iest, ma więcéy cząstek ciężkich pod równą objętością z wodą wzięte, nitki czyli słupki utrzymuiące piérwiéy wodę wypchniętą, niepotrafią teraz utrzymać tego ciała więcéy ciężącego; ciało przeto musi na spód upadać, ale nie całym swoim ciężarem, tylko przewyszką nad ciężar wody pod iego objętością wziętéy, któréy mieysce zaymuie. Dla tego to, iak wiémy z doświadczenia, wszelkie ciało w wodzie zanurzone iest lżeysze; lżeysze zaś o tyle, ile woda pod iego objętością wzięta, a przez nie wypchniona waży, ponieważ słupki wody pod niém będące, tyle tylko ciężaru utrzymać są zdolne.

Prawdę tę doświadczeniem następuiącém stwiérdzić można: w naczyniu szklanném zrobiwszy otworek z boku, nalewa się tyle wody, aż się zacznie wylewać tym otworem. Odważywszy ciało dane i ułożywszy do równowagi z iakim ciężarkiem, zanurza się potém przywiązane do iednego talerzyka ważki w powyższe naczynie z wodą; w tenczas zobaczymy, iż woda otworem wyciekać, i to ramie ważki podnosić się będzie — A gdy się zanurzy całkiem ciało, a woda wypchniona doleie się na talerzyk, równowaga się wró-

wróci: co dowodzi; iż ciało tyle straciło ciężaru, ile woda przez nie wypchnięta waży.

Jeźli ciało będzie lżeysze od wody *np.* drzewo, to nie może się zanurzyć całkowicie, gdyż woda pod objętością równą zawarta więcéy waży: część przeto tylko drzewa lub innego lżeyszego ciała zanurza się w wodzie, tak wielka, aby pod iéy objętością wzięta woda tyle ważyła, ile całe drzewo dane. I w tym więc przypadku, ieszcze ciało tyle traci ciężaru, ile woda pod objętością części iego zanurzonéy zamknięta waży, czyli traci cały swóy ciężar, ale że ma objętość większą, część przeto iego wznosi się nad wodą: a to zowiemy *pływaniem ciał.*

Można wprawdzie zrobić, że i ciała cięższe od wody, pływać po niéy mogą, nadawszy im więcéy powiérzchni, którąby tyle razy była większa, ile one same z siebie są gatunkowo cięższe od wody. Metal *np.* 10 razy cięższy od wody, zanurza się w wodzie, słupki bowiem wstrzymuiące dawniéy wodę, któréy on mieysce zaymuie, przyciśnione są w tym razie ciężarem 10 razy większym; lecz rozklepawszy ten metal na tak cieńkie listki, iżby zaymowały 10 lub 11 razy więcéy mieysca niż piérwiéy, lub też zrobiwszy z niego banię 11 razy więcéy maiącą powiérzchni niż piérwiéy, ta pływać będzie po wodzie. Na tym to powiększonym stosunku objętości do massy, zależy bu-

do-

dowa łodzi, okrętu i wszelkich statków, których objętość względem massy tak dalece się powiększa, że na nie ludzi i towary różnego gatunku brać można.

Nie wszystkie płyny są zarówno ciężkie, sama woda nawet różni się znacznie, iedna od drugiéy, gdyż wody deszczowéy lub dystylowanéy stopa sześcienna francuzka waży 70 funtów par, wody zaś morskiéy, czasem blizko 72 funty. Ale żeśmy się przekonali o téy prawdzie, że ciała tyle tracą w płynie, ile ten płyn przez nie wypchniony pod ich objętością waży, z tego przeto można wyciągnąć następuiące wnioski:

1) Im płyn iest cięższy, tém ciało w nim zanurzone więcéy traci: więcéy przeto traci w wodzie niż w Alkoholu; więcéy w Alkoholu niż w Eterze, więcéy nakoniec w Eterze niż w powietrzu i t. d.

2) Jeźli massy dwóch ciał są równe, a objętości nierówne; to więcéy traci, które iest lżeysze, bo musi mieć objętość większą, a zatém więcéy płynu wypchnie i straci tyle ile ten płyn wypchnięty waży (*).

Do-

(*) To prawo posłużyło Archimedessowi do doyścia ilości srebra przymieszanego do złota w koronie zrobioney dla Hierona Króla Syrakuzów: na te tylko przestrogę w podobnych dochodzeniach pamiętać trze-

Dochodzenie ciężaru gatunkowego. Zanurzanie ciał w wodzie dało nam poznać, że one ilość wody wypychaią doskonale ich objętości równą, a utrata ciężaru ciała zanurzonego, daie nam zupełnie ciężar wody pod ich objętością wziętéy: ta prawda podaie sposób, którego nam brakowało, oznaczenia ciężaru gatunkowego ciał względem wody.

Na oznaczenie iak naydokładnieysze, wiele które ciało traci ciężaru swego w wodzie, czyli wiele woda pod iego objętością zawarta waży, używa się wagi bardzo dokładnéy, u którey talérzyków pod spodem są haczyki, na których się ciała zawieszaią do zanurzenia: takowa waga zowie się *Wagą hidrostatyczną.*

Odważa się nayprzód ciało iakie stałe nayprzód na powietrzu, i daymy, że waży 1000 gran, a potém uwiesza się pod talérzykiem na włosie końskim, i zanurza się w naczynie szklanne z wodą dystylowaną podstawione — W czasie zanurzania talérzyk będzie się podnosił; przydaią mu się przeto ciężarki, aż się zupełna wróci równowaga: daymy, że się dołożyło 200 gran. Dwa te ciężary to znaczą, że ciało dane wa-

trzeba, iż ciała zjstaczaiąc się, a nawet mieszaiąc się z sobą, mogą zmnieyszać lub powiększać swoią objętość.

waży 1000 gran, a woda równéy z niém objętości waży tylko 200: a gdy objętości są równe, gęstości, a zatém i ciężary gatunkowe, maią się iak massy, czyli ciężary ciał. Biorąc przeto ciężar wody za iedność będzie CG ciała: $1 = 1000 : 200$, czyli ciężar gatunkowy tego ciała względem wody iest $\frac{1000}{200} = 5$, to iest 5 razy cięższe od wody.

Dla oznaczenia ciężaru gatunkowego ciał ciekłych względem wody *np.* Spiritusu winnego czyli Alkoholu, lub kwasów, używa się mass szklannych w kształcie pereł. Ta perła zawiesza się na włosie, albo na nici platynowéy lub złotéy do kwasów, i zanurza się raz w wodzie, drugi raz w Alkoholu lub kwasie, a utrata iéy ciężaru raz w wodzie, drugi raz w innym płynie, da nam stosunek ciężaru iego do wody. Daymy, że ta perła w wodzie traci 520, a w Alkoholu 412 gran, to znaczy, iż woda waży 520 a Alkohol pod równą objętością waży 412 gran; więc ciężar gatunkowy Alkoholu względem wody iest $= \frac{412}{520} = 0{,}792$.

Ten iest sposób w ogólności dochodzenia ciężaru gatunkowego: ale są ieszcze okoliczności szczególne, dla których inne warunki i poprawki w podobne roboty wprowadzaią się. Są bowiem

wiem ciała, które są albo lżeysze od wody, albo są w proszku; inne są wciągaiące w siebie wodę, inne nakoniec w niéy się roztwarzaią; nadto mieć wzgląd należy na temperaturę, ciśnienie atmosferyczne, co gdzie indziéy poznamy (*).

O Areometrach. Poznaliśmy, iż ciała gatunkowo cięższe od wody *np.* metale, można zrobić pływaiącemi, dawszy im objętość większą w miarę massy swoiéy, niż iest stosunek ich ciężaru do wody — Podług tego można wyrobić ze szkła lub metalu naczynia pływaiące z szyyką długą, znaczoną, które wpuszczane w różne ciecze zanurzać się będą mniéy w cięższych, a więcéy w lżeyszych. Naczynia takowe zowią się *Areometra-*

(*) Zamiarem tego dziełka iest dadź zupełne wyobrażenie początków zaczynaiącym i otworzyć przeto wstęp do nauk fizycznych. Nikt żądać w niém nie może szczegółów, iakie ma nauka Fizyki w teraźnieyszym swoim stanie, na które mieysce iest przeznaczone na kursach publicznych Uniwersytetu. Wiele iest iednakże szczegółów natrąconych, które Nauczyciel stosownie do położenia swego i potrzeby rozwinąć może, a figury, dla niepomnażania kosztów rysunku, opuszczone, każdy uczący lub czytaiący, podług opisu łatwo sam dopełnić potrafi, lub znaydzie gotową pomoc do tego w dziełach Fizyki, które iuż mamy w naszym ięzyku, iakie są: Fizyka Osińskiego z poprawą i przydatkami JX. Bystrzyckiego, X. Hauy, Brysona, Fiszera, Stubielewicza i Wólskiego.

trami czasem *Probkami*, za pomocą których poznać można większą lub mnieyszą gęstość czyli ciężar a tém samém i czystość płynów.

Wszystkie Areometra do dwóch gatunków ściągnąć można: iedne maią podziałki na szyykach 1, 2, 3, 4, etc. (fig. 19.) drugie maią punkt stały *m* na szyice, a zwierzchu talerzyk *n*, na dokładanie ciężarków: tamtych części zanurzone, co do objętości zawsze się zmieniaią, ciężary tylko ich są stateczne czyli massy; w tych zaś objętości zanurzane w płynach zawsze są te same, ciężary tylko są zmienne — Piérwszych iest zasadą: że gęstości czyli *ciężary gatunkowe* ciał maiących massy równe, maią się odwrotnie, iak *objętości zanurzone*; drugich: że przy równych objętościach *ciężary gatunkowe* czyli gęstości maią się iak massy czyli *ciężary*. Piérwszego rodzaiu są: Areometr Bomego (Baumé), próbki rozmaitego gatunku do napoiów lub kwasów i inne; drugiego rodzaiu są: Areometr Fahrenheita, Nicholsona, Guitona i tym podobne.

Jeźli piérwszy z nich zanurza się w wodzie dystylowaney *np.* do znaku 1, w spiritusie zaś lub innym płynie zanurza się do znaku *c*, iest dowodem, iż ten płyn lżeyszy od wody, ponieważ woda pod objętością mnieyszą *1fgea*, waży tyle, ile spiritus pod objętością *c1fgeab*; ciało bowiem pływaiące, całe tyle waży, ile płyn iakie-

kikolwiek pod objętością iego części zanurżoney zawarty, a to się wyraża przez liczby oznaczaiące głębokość zanurzania. Spiritusy im są czystsze tém lżeysze, tém zaś cięższe im więcéy wody lub obcych cząstek maią do siebie przymieszanych. Maiąc więc w 1, punkt dystylowaney wody, a w c znak nayczystszego Alkoholu, można przez dolewanie wody porobić tyle stopni między 1 i c pośrednich, ile się podoba, i przez te podziałki oznaczyć.

Podobnym sposobem Areometr czyli Alkoholimetr Lowitza, Meissnera robiony bywa, oznaczaiąc o, punkt zanurzenia się w wodzie dystylowaney, a liczbą 100, punkt naywiększéy czystości — Podobnie Bome wziąwszy 9 części wody dystylowaney zmieszaney z 1 częścią soli czystéy, punkt zanurzenia się oznaczył 0, a potém punkt zanurzenia się w wodzie czystéy dystylowaney naznaczył liczbą 10, dzieląc tę odległość na 10 równych części, a potém przenosząc równe części aż do końca wyższego szyiki, podzielił swóy Areometr na 50 stopni (*) — Lecz w takich naczyniach doskonała wszędzie równość

szyi-

(*) Do płynów lżeyszych od wody robił ón podobnyż Areometr i na tyleż blizko części dzielił, zaczynaiąc podział z góry od o, które oznacza zanurzanie się iego w wodzie dystylowaney.

szyiki, iest istotnym warunkiem, co i sam Bome postrzegał; a prócz tego mieszanych spiritusów nie zawsze powiększa się objętość, w stosunku przymieszanych płynów.

Co do Areometrów z punktem stałym te, ponieważ się w nich ciężar odmienia, naypiérwiéy się same odważaią, a potém przydaie się tyle ciężarków na talerzyk *n*, áż się zagłębi do punktu *m*. Tu w każdym razie i płynie równa ich objętość iest zagłębiona: są tedy równe objętości, ale nierówne massy, ktore wyrażaią ciężary płynów, w których są zanurzone, pod równą objętością branych. Daymy, że Areometr Fahrenheita waży gran 800, a przydaiemy mu gran 90 do zagłębienia go w wodzie do punktu stałego *m*; do zagłębienia zaś go w innym płynie, przydaiemy gran 120. Woda przeto pod tą objętością zawarta waży 800+90=890 gran, a płyn drugi ważyć będzie 800+120=920. Stosunek tych dwóch liczb $\frac{920}{890}=1{,}034$, daie ciężar gatunkowy płynu względem wody.

Wiadomość ciężarów gatunkowych ciał iest ważną rzeczą w naukach fizycznych, dla tego tu kładziemy niektóre ciała znaiomsze, stosowane do wody dystylowanéy, branéy za iedność, wyięte z tablic Fiszera i Biota.

Platyna kuta	21,061.	Kwas siarkowy	1,811.
— — lana	20,722.	Stara Dębina	1,666.
Złoto	19,258.	Sól kuchenna	1,918.
Merkuryusz	13,586.	*Woda dystylowana*	1,000.
Ołów	11,352.	Lód	0,916.
Srébro	10,784.	Wosk	0,954.
Miédź	8,895.	Oliwa	0,913.
Żelazo	7,800.	Terpentyna	0,792.
Cyna	7,264.	Alkohol nayczystszy podług Huttona	0,784.
Zynk	6,852.	Eter	0,716.
Spat ciężki	4,300.	Nafta	0,708.
Kryształ górny	2,653	Jedlina	0,550.
Szkło zwiérciadlane	2,500.	Węgiel drewniany	0,289.
Marmor Kararski	2,716.	Korkowe drzewo	0,240.
Krzemień	2,580.		
Gips	1,870.		

O Ruchu płynów ciekłych. *Uważaiąc cząstki płynów tylko iako ciężkie bez żadnych innych szczególnych im własności, te podlegaią w spadaniu tym samym prawom, iak i ciała stałe. Uważaiąc zatém iedną nitkę* ropy (*fig.* 16.) *iako szereg mnóstwa cząstek wodnych cisnących iedne na drugie, te gdyby nie były podparte od punktu dna naczynia, na którym ta nitka się opiéra, spaśćby powinny ruchem iednostaynie przyśpieszonym, podług tych praw, iak i ciała stałe. Ta tylko różnica zachodzi, iż gdy ciało stałe spada, wszystkie iego cząstki równym ruchem spadać muszą iako połączone siłą spoyności; gdy w płynach cząstka tylko naywyższa r, spada iedynie sama*

ciąż-

ciężkością iako cząstka ciała stałego, pod nią zaś zostaiąca iuż od niey iest naciskana, a każda znowu niższa o, p, q tém więcey odbiera naciskania, im iest niżey, czyli im więcey ma nad sobą cząstek cisnących. W czasie przeto spoczynku nawet tey nitki rq, każda z iey cząstek o, p, q, iuż ma w sobie, prócz ciężkości, iakieś dążenie do spadania, każda różne, a to tém większe, im więcey ma nad sobą cząstek cisnących.

Uważaiąc liczbę cząstek w nitce r, o, p etc. cisnących na ostatnią q, możnaby te ich ciśnienia wzrastaiące z długością nitki, porównać z siłą ciężkości, biorąc punkta tey nitki za punkta oznaczaiące chwilki czasu, z któremi przybywa chyżości w spadaniu ciał, iakośmy to wyżey poznali. A tak dążenie do spadku cząstki q będzie to samo znaczyć, co chyżość końcowa ciała stałego spadaiącego z wysokości rq. Takiém prawem wyciekanie wody z naczyń iakichkolwiek, można porównać z ruchem iednostaynie przyśpieszonym spadaiących ciał stałych A iako chyżości końcowe maią się iak pierwiastki kwadratowe z dróg czyli wysokości spadku, podobnie i chyżość cząstki q wypadaiącey z otworu zrobionego w dnie naczynia będzie, się miała iak pierwiastek kwadratowy z wysokości ropq, czyli ilości cząstek naciskaiących. Nazwawszy wysokości wody A i a we dwóch naczyniach, a chyżości im odpowiadaiące C i c, będzie

C:

C : c = √A : √a. *A tak z naczynia statecznie pełnego, woda wypadaiąca ma taką chyżość, iakieyby nabyło ciało stałe spadaiące z wysokości wody w naczyniu.*

Prawo to zgodne z doświadczeniami, iest zasadą całey Hidrauliki; można przeto to wszystko cośmy poznali o ruchu ciał stałych, przystosować do ruchu ciał płynnych, to iest: że woda w równym czasie dwa razy by większą drogę przebiegła, niż iest wysokość wody; że podnosząc się wprost do góry do tey samey wysokości by się podniosła — Nakoniec chyżość ta sama będzie zawsze czy płyn iest cięższy czy lżeyszy, bo chociaż np Merkuryusz iest blizko 14 razy cięższy w naciskaniu, ale też za to ma tyleż razy massy więcey do poruszania.

Do wyrachowania massy wody wyciekaiącey z naczynia lub sadzawki, potrzeba mieć wzgląd na chyżość, czas, wielkość otworu i wysokość wody — Nazwawszy te ilości przez C, T, O, A w iedném naczyniu, a przez c, t, o, a w drugiém, i kładąc

1) O = o, T = t *będzie* M : m = C : c; *czyli* = √A : √a, *to iest: gdy otwory i czasy równe; massy wypływaiące będą iak chyżości*

2) A = a; T = t, C = c, *będzie* M : m = O : o; *Massy iak otwory*

3) A = a, O = o, *będzie* M : m = T : t.

Na-

Nakoniec gdy te wszystkie ilości są nierówne, będzie $M : m = OTC : otc = OTV\,A : otV\,a$, *to iest: że massa wypływaiącéy wody iest w stosunku złożonym z wielkości otworu, czasu i chyżości lub wysokości wody. Lecz to ma się rozumieć o wysokości wody iednostayney zawsze w czasie wyciekania; inaczéy za zmnieyszaniem się wysokości zmnieyszałaby się chyżość; powiérzchnia wody spadałaby coraz wolnicy ruchem iednostayne spóźnionym, iak liczby nieparzyste coraz mnieysze, a massa wody wyciekałaby dwa razy większa znaczynia statecznie peł. nego, niż z naczynia wypróżniaiącego się.*

Zasady te lubo są niewątpliwe, z tém wszystkiém w doświadczeniu nie sprawdzaią się zupełnie, co nie zaprzécza prawdy onych, ale znaczy, iż prócz ciężkości cząstek wody, są ieszcze przyczyny przeszkadzaiące temu wyciekaniu wody, iako to: opór powietrza, ściśnienie strugi (contractio venae) które widzimy w każdéy wodzie ciekaiącéy z naczynia na dół, przyleganie czyli adhezya i inne.

Maiąc daną massę wody w danym czasie wypłynioną, można wyrachować chyżość iéy wypływania, dzieląc ciężar téy ilości przez 288 gran miary berlińskiéy czyli noremberskiry, otrzymamy na wieloraz liczbę całów sześciennych zamkniętych w bryłowatości walca, którego podstawą iest otwór naczynia lub rury, który ieżli iest znany, bryłowatość przez niego podzielona, da nam wy-

sokość tego walca czyli drogę w daney iędności czasu przebieżoną, a to będzie chyżością szukaną. Gdybyśmy mieli tę massę wyrażoną w grammach francuzkich, tych liczba równa iest liczbie centymetrów sześciennych zawartych w bryłowatości walca, którego iak wyżey można wynaleźć wysokość a tém samém i chyżość wyciekania.

ROZDZIAŁ VI.

O *Równowadze i ruchu płynów rozprężliwych, czyli Początki Aerostatyki i Pneumatyki.*

Płyny rozprężliwe iakiemi są pary wszelkie i Gazy, dla tego tak zowiemy, że nie znamy żadnego stanu, w którymby one niedążyły do coraz większego rozszerzania się, i nieznamy granic dotąd, za któremiby one iuż a osobliwie Gazy, do większéy lub do mnieyszéy objętości nie mogły bydź przyprowadzone. Pomiędzy Gazami nam dotąd znanemi, znakomitsze są: Gaz *kwasorodny* (oxygenium), *wodorodny* (hydrogenium), *saletrorodny* (azoticum), *węglikowy* (carbonicum) i inne, których dwadzieścia i kilka dotąd Chemia liczy.

Powietrze atmosferyczne, którém oddychamy, bez którego zwierzęta żyć ani rośliny rosnąćby nie mogły, nie iest samo gazem oddzielnym, ale złożone z dwóch gazów kwasorodnego, azotycznego i bardzo małéy ilości węglikowego — Jest

przez

przezroczyste i równie iak i gazy pod zmysł widzenia nie podpadaiące; o bytności iego przekonywamy się z dotykania, gdy poruszone o twarz i ciało nasze uderza, iest nieprzenikliwe, a iako rozprężliwe, wszystkie próżne mieysca zapełnia. Znakomitszemi iego własnościami fizycznemi, które mu są spólne z innemi wszystkiemi gazami, iest *Ciężar* i *Sprężystość*, o których tu szczególniéy mówić będziemy.

Gallileusz piérwszy odkrył ku końcowi wieku XVI, że powietrze iest ciężkie. Na ten koniec zgęścił on powietrze w bani, i oznaczył, że to było 400 razy lżeysze od wody; lubo to oznaczenie iest niedokładne. Nie umiał iednakże dadź tego przyczyny, gdy go zapytano, dla czego woda w pompach niechciała się podnosić wyżéy nad 32 stopy. Dopiéro Torricelli uczeń iego dociekł, że równowaga hidrostatyczna iest tego przyczyną; iakośmy widzieli w rurkach spółkuiących; domyślaiąc się, że ta sama przyczyna, która podnosi wodę do 32 stóp, niepodniesie Merkuryuszu tylko do wysokości przeszło 13 razy mnieyszéy, to iest blizko do 27½ cálów, i ten swóy domysł stwierdził doświadczeniem. Napełniwszy bowiem rurkę szklanną Merkuryuszem, zasklepioną z iednego końca, zanurzył koniec iéy otwarty w naczynie z Merkuryuszem, i postrzegł, że ten spadł do powyższéy prawie przez

rachunek przepowiedzianéy wysokości. A iako wysokości w równowadze różnych płynów maią się w stosunku odwrotnym gęstości, wniósł tedy że ciśnienie ciężaru powietrza iest tego fenomenu prawdziwą przyczyną: ten był początek *Barometrów*. Rurka podobna napełniona Merkuryuszem i końcem otwartym zanurzona w naczyniu z Merkuryuszem czyli *Barometr*, zowie się dotąd ieszcze *tubus torricellianus*, a próżne mieysce nad Merkuryuszem będące zowie się *Próżnią Torricellego* (vacuum Torricellianum).

Na Barometr bierze się rurka 30 calów paryzkich długa *AB* (fig. 20.), linią naymniéy średnicy otworu maiąca, a szkło $\frac{1}{3}$ linii grubości przynaymniéy, maiąca ieden koniec otwarty a drugi zasklepiony. Oczyszcza się ona ich nay troskliwiéy z kurzu i wilgoci i ma drugi koniec albo prosto otwarty *B*, albo zakrzywiony i kończący się w banieczkę otwartą, albo nakoniec maiąca drugie ramie zupełnie równe piérwszemu co do otworu, tylko nierównie krótsze i otwarte, iak na téyże saméy figurze widzimy, który zwać będziemy dwuramiennym. Napełnia się dystylowanym i iak nayczystszym Merkuryuszem, ale tylko częściami po kilka calów i za każdą razą rozgrzéwa się nad żarem bez płomienia, dla wypędzenia reszty powietrza i wilgoci. Tak napełniona rurka zanurza się końcem otwartym w wanienkę *BF*, a drugim zamkniętym do góry obró-

ona przytwierdza się do tabliczki drewnianéy pokostowanéy lub metalowéy, na któréy cale paryzkie i linie, lub Centymetry i Millimetry są znaczone, zaczynaiąc z dołu od o, które tam przypada, gdzie iest powiérzchnia otwarta Merkuryuszu w wanience, lub w drugiém ramieniu.

Wadą pospolitą Barometrów maiących koniec zanurzony w wanienkę, że gdy Merkuryusz podniesie się w górze lub opadnie a osobliwie znacznie, powiérzchnia także w wanience zakryie o lub zniży się pod niego, a zatém odległość od powiérzchni Merkuryuszu do końca wyższego słupka będzie fałszywie przez liczby oznaczoną; czemu aby zaradzić pospolicie podwyższa się lub zniża dno wanienki, aż powiérzchnia Merkuryuszu stanie na iednéy równi z zerem. W Barometrach dwuramiennych niéma téy nieprzyzwoitości; o ile bowiem w zasklepioném ramieniu podnosi się słupek, o tyle w otwartém zniża się pod o, i przeciwnie, a to zniżanie się lub podpodwyższenie się powiérzchni nad zero, odeymuie się lub dodaie do długości słupka Merkuryuszu oznaczonego w górze przez liczby.

Przy każdém postrzéganiu wstrząsa się z lekka Barometr, aby Merkuryusz uwolnić od przyczepiania się do szkła; przy tém ustanowiony ón bydź powinien pionowo, a oko postrzégaiącego powinno bydź na płaszczyznie poziomey

prze-

przechodzącéy przéz sam wiérzchołek wypukłości Merkuryuszu — Lecz niedosyć iest postrzégać tylko całe i linie, trzeba ieszcze oznaczać części liniiek, które bywaią na 12, 16, 20 i więcéy części dzielone za pomocą podziałki Noniusza N, mogącéy się zniżać i podnosić.

Użytek Barometru iest wielki i rozmaity, używa się ón do oznaczenia prężenia atmosfery, które ma wielki wpływ w roboty chemiczne i ekonomiczne; służy do wymierzania wysokości gór i mieysc wyniosłych łatwiéy, niż za pomocą rozmiaru jeometrycznego; nakoniec służy do przepowiadania odmian w powietrzu względem burzy, deszczów i pogody; z czego pospolicie iest znany, lubo wyiątek nieiaki uczynić trzeba w tym razie. Z długiego postrzegania przez lat kilka lub kilkanaście, zapisuiąc 3 razy przynaymniéy wysokość na dzień, wyciąga się *średnią wysokość* Barometru; iest to podług wszelkiego podobieństwa linia oddzielaiąca czas pogodny od niepogody.

Jedną z nayużyteczniey szych machin w Fizyce iest *Machina pneumatyczna* (antlia pneumatica), służąca do doświadczeń względem ciężaru i sprężystości powietrza. Jest to w istocie swoiéy nic innego tylko pompa (fig. 21.) maiąca walec *MN*, tak doskonale wyrobiony, aby między nim a tłokiem *T* wcale nie przechodziło powietrze,

za-

zamiast klapek maiąca *wietrzni(zki* (ventilia), to iest, w dnie pompy lub w iéy tłoku, gdzie są dziurki o i r, kawałki kitayki gumowanéy przykleiaią się na 4 rogach, między któremi ze 4 również stron mogą się podnosić do góry lub na dół podług potrzeby i wpuszczać powietrze, lub ie zatrzymywać. Gdy stępel przyłożony do samego dna walca podnosi się do góry, robi się próżnia w walcu *MN*, a powietrze będące w dzwonie *D*, maiącym kommunikacyą z walcem przez kanał *pqo*, układaiąc się do równowagi przechodzi do walca, podnosząc wietrzniczek o. Spuszczaiąc zaś stępel na dół, powietrze ciężarem swoim wietrzniczek o zamyka, a r w tłoku podnosi wychodząc nad tłok, i uchodzi zewnątrz wietrznikiem *k*, gdy się podniesie znowu stępel. Za powtarzaném podnoszeniem i zniżaniem tłoka, powietrza coraz więcéy ubywa pod dzwonem i rozrzedza się; które może się do wysokiego stopnia rozrzedzić, lecz nigdy doskonale wyczerpanem bydź nie może.

Gdybyśmy te wietrzniczki przeciwnie urządzili tak, żeby się otwierały z góry na dół; na tenczas zamiast rozrzedzenia mielibyśmy zgęszczone powietrze pod dzwonem. Stępel bowiem w tym razie przyłożony do dna podnosząc do góry, powietrze będące w dzwonie niemogłoby przeyść do walca zamykaiąc wietrzniczek o, do

ka-

kanału otwieraiący się, a przeciwnie powietrze znayduiąc się w walcu ściśnione zamykaiąc *k* wewnątrz się otwieraiący, otwierać będzie *r* i pod tłok rozeydzie się. Gdy nakoniec spuszczać się będzie tłok, powietrze między nim a dnem walca ściśnione, otworzy *o* i wniydzie kanałem *oqp* pod dzwon — A gdy w tym czasie robi się próżnia nad tłokiem powietrze zewnętrzne nowe wciska się, otwieraiąc wietrzniczek *k* i wchodzi znowu nad tłok: takim sposobem powtarzaiąc zniżanie stępla zgęszczać się będzie coraz bardziey powietrze pod dzwonem. W tym razie zamiast zwyczaynego bierze się dzwon mocny, drótem oplatany i przytwierdzony do talerza śrubami, gdyż powietrze zgęszczone podnosiłoby go, a nawet gdyby było bardzo zgęszczone, mogłoby i rozerwać dzwon słaby.

Zamiast wietrzniczków używa się także kurków: iest to kółek mosiężny *su*, raz przedziurawiony prostopadle do osi swoiey, drugi raz o 90 stopni odległości wzdłuż osi swoiey, który to otwór potém skrzywia się do kanału, nakoniec iedną stronę, 180 stopni w okrąg całą maiący, aby, podług potrzeby obrócony, robił kommunikacyą, lub ią przecinał między dzwonem i walcem, albo robił kommunikacyą dzwonu lub walca z powietrzem zewnętrznem.

Do oznaczenia stopnia rozrzedzenia powietrza uży-

używa się rurki barometrycznéy, lub próbki, która nic innego nie iest, tylko mała rurka nakształt Barometru dwuramiennego, maiąca długości w obu swoich ramionach po 6 calów: iedno z nich zasklepione napełnione Merkuryuszem a drugie otwarte próżne — Przez środek obu tych ramion w poprzek przechodzi linia do ich prostopadła, oznaczona o, nad którém iest trzy cale i tyleż pod niém — Gdy się dosyć rozrzedzi powietrze, Merkuryusz nieznayduiąc oporu dostatecznego zaczyna opadać w zasklepioném ramieniu a podnosić się w otwartem, a to tém wyżéy i zbliżać się do o, im bardziéy powietrze rozrzedzone — Daymy, że w Barometrze zwyczayném podniesiony iest Merkuryusz do 28 cal.; więc, ieźli w téy próbce nie dochodzi o 1 cal tylko do o, powietrze pod dzwonem iest 28 razy rzadsze niż zewnętrzne i t. p.

Za pomocą machiny pneumatyczney bardzo wiele interessuiących i uczących robi się doświadczeń:

Dzwonu od talérza oderwać nie można, ani półkól magdeburskich spomiędzy których wyciągnione iest powietrze: czego nie inną iest przyczyna, tylko ciężar powietrza tak mocno ie ściskaiący.

Pęcherz przywiązany na wiérzchu dzwonu otwartego powietrze wytłacza z łoskotem.

Bo

W rurze bez powietrza piérze i złoto razem spadaią.

Z iaia i napoiów widać wychodzące powietrze w bulkach.

Ptak zamknięty pod dzwonem zdycha, i tym podobne. Ale iedném z nayważnieyszych doświadczeń iest oznaczenie ciężaru gatunkowego powietrza za pomocą téy machiny. Na ten koniec bierze się bania szklanna 6 lub 8 calów srzednicy, w mosiądz oprawna z kurkiem, odważą się nayprzód sama, potém po wyciągnieniu iak naydoskonalszém z niéy powietrza, a różnica między temi ciężarami da nam ciężar powietrza w niéy zamkniętego z małą chybą poprawką, przydaiąc resztę pozostałego powietrza. Wiedząc wiele calów sześciennych ma poiemności bania, można wyrachować przez dzielenie wiele ieden cal sześcienny powietrza waży. Podobnym to sposobem wyrachował P. Biot iż ciężar powietrza iest $\frac{1}{769,44}$ względem wody dystylowaney; maiąc wzgląd na temperaturę, podniesienie mieysca i tym podobne okoliczności — Ciśnienie zatém powietrza na iakiekolwiek ciało ziemskie wyrównywa ciśnieniu, iakieby wywiérał słup Merkuryuszu wysoki blizko 28 calów par. równéy z nim podstawy: ciśnienie to na każdą powiérzchnią w funtach można oznaczyć, wie-

dząc,

dząc, że słupek Merkuryuszu maiący 1 cal kwadratowy waży 15,9 funtów.

Porównywaiąc ciężar powietrza atmosferycznego i biorąc go za iedność, P. Gay-Lussac następuiące odkrył stosunki między ciężarami gazów:

Powietrze atmosferyczne	1,0000
Gaz kwasorodny - - -	1,1036
Gaz azotyczny - - - -	0,9691
Gaz węglikowy - - -	1,5196
Gaz wodorodny - - -	0,07321 (*)
Wyziewy wodne - - -	0,62349.

Prawa Mariotta. Powietrze iest płynem sprężystym, może się przeto ściskać i rozszérzać nawet od swego własnego ciężaru; ściskaiąc się nabiéra coraz większéy gęstości i sprężystości i przeciwnie. Prawo, podług iakiego gęstość, objętość i sprężystość powietrza wzrasta w miarę siły naciskaiącéy, odkryte zostało przez Mariotta (**), i dotąd iego nazwisko nosi; o którém przekonywamy się w następuiący sposób:

Zakrzywia się rurka barometrycznego wymiaru tak, żeby miała ramiona równoległe *AB* i *BC* (fig. 22.)

(*) Gaz wodorodny przeto lżeyszy od powietrza atmosferycznego przeszło 13 1/2 razy, a zatém od wody 10387,44 razy.

(**) Boyle Anglik w tym samym prawie czasie odkrył one także.

22.), z tych iedno krótsze zalutowane *BC* ma 12 calów, a dłuższe otwarte *AB* kilkadziesiąt i więcéy calów; oba przytwiérdzone do tablicy na cale podzieloney. Gdy naleiemy w dłuższe Merkuryuszu calów 18, w drugiém podniesie się do 4, ponieważ powietrze niedozwoli mu wyżéy się podnieść. Nalawszy 34, w drugiém podniesie się do 6; gdybyśmy nalali, maiąc dłuższą rurkę do 93 calów, w drugiém było dopiéro 9. W piérwszym przeto razie powietrze, maiąc na początku 12 calów objętości, zmnieyszyło się do 8; za drugiém nalaniem ma tylko objętości 6 calów; za trzecim zostaie mu tylko 3 cale. Ale chcąc obrachować całkowite ciśnienie, w piérwszym razie trzeba odiąć 4, w drugim 6, w trzecim 9; więc ciśnienie prawdziwe od Merkuryuszu będzie w tych trzech razach 14, 28, 84, do których dodawszy ciśnienie atmosferyczne *np.* 28 calów, te trzy liczby wyrażaiące siły cisnące, zamienią się na 14 + 28 = 42, 28 + 28 = 56, 84 + 28 = 112. Te są tedy siły naciskaiące powietrze zamknięte, to iest: 42, 56, 112, a objętości im odpowiadaiące, iak wyżéy widzieliśmy 8, 6, 3, a zatém są w stosunku odwrotnym z piérwszemi. Co znaczy, iż objętości powietrza naciskanego są w stosunku odwrotnym sił naciskaiących.

A że gęstość a za nią idąca sprężystość, maią się w stosunku odwrotnym objętości; więc gę-

stość

stość i sprężystość powietrza powiększa się w stosunku siły naciskaiącéy.

Ten sam stosunek odwrotnie brany służy na rozrzedzanié powietrza, to iest: że gęstość i sprężystość zmnieyszaią się w stosunku rozrzedzania powietrza, a zatém w odwrotnym stosunku powiększania objętości.

Od ciężaru lub sprężystości powietrza zależą skutki machin w pospolitém użyciu tak znanych, iakiemi są: smoki, sikawki, miechy i pompy rozmaite.

Ssanie zwyczayne zależy na wyciąganiu powietrza z rurki lub słomki, w równowadze zostaiącego z zewnętrznem, które cisnąc na płyn, pędzi go do rurki w górę. Co się robi ustami wciągaiąc w siebie powietrze, to samo dzieie się z *sikawką*, włożywszy iéy koniec w wodę, a ciągnąć stępel do góry, robi się tém samem próżnia wewnątrz, dokąd wchodzi woda. Ta sama przyczyna iest wchodzenia płynu w *lewarki* i *smoczki* rozmaitego nakrzywienia i kształtu. *Miech* podnosząc do góry, rozrzedza się wewnątrz powietrze, zewnętrzne zatém powietrze wpada do niego, otwieraiąc klapkę w górze ciężarem swoim, która potém, spuszczaiąc wiérzch iego, zamyka się i przymusza powietrze rurą poboczną wychodzić.

Prócz pomp tłoczących, któreśmy poznali w Hidróstatyce, są ieszcze *pompy ssące*, których sku-

skutek zależy od ciężaru i rozprężania się powietrza.

Walec podobnéy pompy iest *AB* (fig. 23), a stępel *ST*, maiący w tłoku swoim klapkę *K*, który iak naydoskonaléy przystawać powinien do boków walca. Klapka *K* równie iak i druga *k* w dnie walca podnosi się do góry; do walca przydaie się trąba wciągaiąca *BL*, która wpuszcza się do wody do *MM*. Podnosząc stępel przyłożony do dna *k*, rozrzedza sie powietrze w walcu, powietrze przeto zewnętrzne cisnąc na powiérzchnią wody, pędzi ią do trąby wyżéy nad powiérzchnią *MM*, a powietrze rozrzedzone ustępuie idąc za tłokiem; aż doydzie do téy gęstości, że ta wzięta razem ze słupkiem wody podniesionym, potrafi utrzymać równowagę z zewnętrznem. Spuszczaiąc tłok na dół, powietrze zamknie klapkę *k* a otworzy *K* i wyidzie nad tłok: na odwrót przeto podnosząc tłok, ieszcze się bardziéy powietrze rozrzedzi, i słupek wody podnosić się będzie za każdą razą, aż doydzie do tłoku, przez który przeszedłszy wniydzie nad niego, podniesie się, i otworem się *F* wyleie. Ponieważ to podnoszenie dzieie się dla ciężaru powietrza, więc woda póty się tylko podnosić będzie, aż słup wody stanie w równowadze z całéy atmosfery ciężarem, to iest blizko do-

32,

32 stóp, nad którą to wysokość żadna ssąca pompa wyżéy wody podnieść nie może.

Chcąc wodę podnieść wyżéy, przydaie się pompie ssącéy z boku pompa tłocząca, iak to kropkami widzimy na figurze oznaczone *Bcf*, to tylko iedno odmieniaiąc w pompie ssącéy *AB*, że zamiast tłoku z klapką *K*, daie się tłok pełny i klapkę *c* w rurze poboczniéy: a tak gdy się woda podniesie i wniydzie do walca, przyciśniona na odwrót tłokiem spuszczonym, póydzie otworem *o* do poboczniéy rury *ocf* podnosząc klapkę *c*, i poty się podnosić się będzie za powtarzanym ruszaniem tłoka, aż doydzie do otworu *f*, którym się zewnątrz wylewa.

Wszelkie gazy i powietrze maią te własność spólną z płynami ciekłemi, iż ciała gatunkowo od nich cięższe zanurzone opadaią na dół, a lżeysze wypychane są do góry; i tak iedne iak drugie tyle tracą ciężaru, ile powietrze pod ich objętością zamknięte waży — Nadto gatunkowo cięższe ciała mogą unosić się do góry i nie zatoną, gdy ich powierzchnią powiększymy więcéy nad stosunek ich ciężaru do płynu, iakośmy to poznali na listkach i baniach metalowych — Te same prawdy są zasadą *aerostatów* czyli *balonów* wznoszących się na powietrze, trzeba tylko rozrzedzić wewnątrz powietrze do tego stopnia, aby ciężar tak rozrzedzonego powietrza wzięty

wraz

wraz z ciężarem balonu, mnieyszy był od ciężaru powietrza pod tąż objętością zajętego.

Wynalázek balonów należy do naszych czasów, bo dopiéro 1783 piérwszy iest wynaleziony przez Montgolfiera. Dwoiaki iest sposób zrobienia go lżeyszym od powietrza, albo rozrzedzić powietrze w nim przez palenie ognia iak zrobił piérwszy Montgolfier. albo przez napełnienie go gazem wodorodnym, który iest 13½ razy lżeyszy od powietrza, iak zrobił to wkrótce po nim Professor Charles (Szarl), którego sposobu teraz pospolicie używaią, a ciężar iego tak dalece zmnieyszony bywa, że ludzie nawet pod nim na łodkach wznosić się mogą: w piérwszéy podróży wznoszący się balon był obciążony 1600 przeszło funtami — Z odkrycia balonów możnaby mieć wielki użytek, gdyby można ieszcze wynaleźć sposób kiérowania niémi podług swoiéy woli.

O Ruchu płynów rozprężliwych. Prócz spólnych przyczyn nadaiących ruch ciałom stałym i płynom ciekłym, płyny rozprężliwe maią sobie ieszcze właściwe. I tak cieplik iedne części powietrza rozszérza wchodząc pomiędzy nie, lub téż skupia one wychodząc z nich, musi przeto tém samém poruszenie sprawiać w powietrzu, które zowiemy *wiatrem*, luboć są ieszcze i inne przyczyny sprawuiące: poruszenie toż obrot ziemi, rozkład chemiczny ciał, nagłe opadania wody z chmur,

chmur, i zostawianie próżnych mieysc, są także przyczynami wiatrów: o których szczególna nauka będzie w Jeografii fizycznéy.

Jako części machin doznaią oporu od tarcia, podobnie ciała iakiekolwiek mocuiące się doznaią oporu od powietrza i gazów, podobnie iakby doznawały ruszaiąc się w wodzie lub innéy cieczy. Doznaią zaś w wielorakim względzie: 1) w miarę powiększenia powiérzchni ciała poruszonego; 2) w miarę gęstości płynu, im bowiem ten iest gęstszy; tém więcéy cząstek musi ciało pokonywać; 3) od lipkości cząstek płynu albo przylégania; 4) nakoniec od chyżości ruchu, im bowiem ciało ruch ma chyższy, tém płyn sprężysty bardziéy się ściska; tém samém i sprężystość iego, a z nią i opór się powiększa.

ROZDZIAŁ VII.

O Ruchu wibracyynym czyli Początki Akustyki.

Chwiania się pendułów nazywamy szybsze, gdy te w danym czasie *np.* 1″ więcéy się razy powtarzaią, niż drugie, szybkość ta pochodzi także od skracania pendułów; lecz ieźli wystawimy sobie to chwianie się tak szybkie, iż ledwie okiem dostrzeżone bydź może, na ten czas rodzi się nowy fenomen dla zmysłów naszych, a szczególnie dla ucha naszego, to iest daie się słyszyć *brzmienie* (sonus). Chwianie się takowe ciał,

albo ich cząstek zowiemy *drganiem* (vibratio), a te ciała lub ich cząstki w podobnym ruchu zostaiące, ile sprawuiące wrażenie na nasz zmysł słuchu, zowią się *brzmiącemi*.

Brzmienie w swoiém nayogólnieyszém znaczeniu wzięte, oznacza drganie ciał samych lub cząstek tak szybkie, iż podobne w naszym słuchu rodzą się, bądź bezsrednie bądź za pomocą ciał pośredniczących. Aby więc pozostało brzmienie trzech rzeczy potrzeba: 1) ciał czyli cząstek wibruiących; 2) organu do odbiérania onych od natury usposobionego; 3) ciała środkuiącego, któreby też wibracye przesyłało — Nauka o naturze i prawach brzmienia i głosu zowie się *Akustyką*.

Ciała wydaiące brzmienie muszą bydź koniecznie sprężyste, inaczéy między ich cząstkami niemogłoby nastąpić drganie, to iest szybkie chwianie się na obie strony na przemiany, które siła sprężystości przez oddziałanie sprawuie. Tego gatunku ciałami są szczególniéy, strony różnego gatunku, szkła, naczynia i pręty z różnych metalów sprężystych, nakoniec płyny rozprężliwe, a mianowicie powietrze atmosferyczne, które nie tylko samo poruszone wydaie rozmaite brzmienie, ale nawet zwyczaynie służy za środek do przesyłania tych wibracyy; bez czego nasz słuch byłby za nadto mocno rażony.

Przy-

Przycisnąwszy śrubą mocno koniec prętu iakiegokolwiek sprężystego w położeniu poziomém i poruszywszy drugi koniec, ieźli pręt iest nadto długi, widzieć tylko będziemy ruch iego oscyllacyyny bez brzmienia; gdy zaś długość iego coraz skracać będziemy, postrzeżemy iego oscyllacye coraz szybsze, podobnie iak w pendułach, aż gdy doydzie pewnéy długości, usłyszymy brzmienie i ton wyraźny, który tém cieńszy będzie, im krótszy pręt, czyli im wibracye są żywsze i mniéy okiem ich dostrzédz można.

Uderzywszy stronę mocno po obu końcach przywiązaną i wyciągnioną, lub smyczkiem pociągnąwszy, widzimy w nich ruch oscyllacyyny nakształt pendułu, przechodzi ona bowiem w kształcie wykrzywionym raz ná iedną drugi raz na drugą stronę, iak gdyby dwa penduły połączone z sobą, a ciężarek im wspólny był w mieyscu uderzenia. Dzwon szklanny, metalowy lub inne okrągłe naczynie, wydaiące brzmienie, wystawić sobie trzeba iako złożone z obrączek, które będąc okrągłe przemieniaią swóy kształt na eliptyczny, stawiaiąc na przemiany raz oś mnieyszą, drugi raz większą, w kierowności siły uderzaiącéy. Przykłady dowodzące wibracyi cząstek widzimy na kurzu lub ciałkach drobnych odlatuiących od powiérzchni ciał brzmiących. Naywidoczniéy zaś to widzimy na wodzie w

szklance lub kieliszku, po którego brzegu zmoczonym palcem wodząc, marszczki się na wodzie robią i kieliszek głos wydaie: to doświadczenie dało początek zachwycaiącemu instrumentowi muzycznemu znanemu pod nazwiskiem *Harmoniki*.

Że powietrze nam przesyła brzmienia od ciał odległych z któremi się niestykamy, mamy dowód z dzwonka biiącego pod dzwonem machiny pneumatyczney, którego wcale niesłychać prawie, gdy się wyciągnie powietrze — Doświadczenie uczy nas także, że odgłos tém mocniéy się rozchodzi, im powietrze iest grubsze i gęstsze, iak tego doświadczamy w porankach lub wieczorach letnich. P. Saussure (Sossiur) będąc na bardzo wysokiéy górze, tak zwanéy *białéy*, doświadczył, iż tam dla rozrzedzonego bardzo powietrza, wystrzał z pistoletu nie większy odgłos wydał iak szmermel w pokoiu.

Lecz nietylko samo powietrze przesyła to drganie cząstek, ale także ciała stałe a nawet i płyny ciekłe. Przyłożywszy ucho do iednego końca iak naydłuższéy belki, usłyszymy wyraźnie drapanie szpilką na drugim końcu zrobione: toż samo na kamieniach doświadcza się, uderzaiąc młotkiem o drugi koniec, co większa, że nawet głos prędzéy przechodzi; osobliwie zaś przez metale bez porównania prędzéy przechodzi,

iak

iak tego doświadczył P. Biot na rurze metalowéy 951 metrów długości maiącéy.

Chyżość brzmienia lub głosu można obrachować patrząc na rzecz poruszoną i razem wydaiącą brzmienie. Jako bowiem światło dochodzi do nas od rzeczy na ziemi będących tak szybko, iż czas iego przeyścia zá nic może bydź rachowany, czyli co iedno iest, światło w téy chwili do oczów naszych wchodzi, w któréy wychodzi z ciała ie wydáiącego na ziemi, więc cały czas upłyniony od odebrania promienia światła do usłyszenia brzmienia, da nam poznać chyżość głosu. Takim to sposobem Akademicy Paryzcy robiąc doświadczenie na odległości 14,636 sążni, i rachuiąc pilnie czas, między zabłyśnieniem światła z wystrzału armaty, a doyściem odgłosu, wyrachowali, że na 1" głos przebiega 1042 stóp czyli 175$\frac{2}{3}$ sążni. To zaś iest osobliwsza w tym razie, że ta chyżość głosu zawsze iest iednakowa, czy iest głos mocnieyszy lub słabszy, czy czas pochmurny, wilgotny lub pogodny, zawsze on postępuie biegiem iednostaynym: kierowność tylko wiatru pomagaiąca lub wprost przeciwna, robi cokolwiek odmiany w chyżości.

Głos wychodzący z punktu brzmiącego rozchodzi się na wszystkie strony nakształt promieni kuli, ktore natrafiaiąc na przeszkody odbiiaią się od nich pod kątem równym kątowi wpada-

nia

nia. Przyłożywszy usta w mieyscu o do rury *eabf* (fig. 24.), maiącéy boki równoległe, na tenczas głos się wzmocni; promienie bowiem, które się rozchodziły piérwiéy na wszystkie strony, teraz wszystkie zaięte są w rurze a odbiiaiąc się od boków iéy dla równych kątów wszędzie, wyidą zgęszczone krzyżuiąc się w mieyscu *p* i w uchu tam przyłożonym większe wrażenie zrobią, chociażby rura była iak naydłuższa. Lecz gdyby ta miała boki rozchodzące się, iak są *oa* i *ob*, na tenczas promienie brzmiące odbiiaiąc się od boków ostrzeysze kąty z ścianami robić i coraz się rozchodzić będą, aż nakoniec wyidą równoległe iak samo wykréślenie to okazać może: a w takiém położeniu mogą przerzynać powietrze i w znacznéy odległości głos może bydź słyszany. Podobnych trąb używaią pospolicie do mówienia w odległości na morzu, na wieżach wyniosłych, i zowią ie *trąbami morskiemi*.

Na téy to własności odbiiania się promieni głosowych i zgęszczenia lub zbiérania ich w ieden punkt, zależy sposób budowania sal elliptycznych, to iest takich, w których tylko są dwa punkta, zwane ogniskami, w których stoiące dwie osoby słyszą siebie i rozmawiać mogą, gdy reszta osob stoiących w całéy sali na innych wszystkich punktach nic tego niesłyszą.

Gdy głos odbiia się od ciał raz lub więcéy ra-

razy, takie odbicie głosu zowiemy *odgłosem* czyli *Echem.* Aby głos odbity powtórzył słowo potrzebuie pewnéy odległości: doświadczenie uczy, iż odbiiaiące ciało powinno bydź przynaymniéy 11 sążni odległe od mieysca głosu wydanego, aby wydało echo iednozgłoskowe; aby zaś słowo kilkazgłoskowe mogło bydź oddane, naymniéy 96½ sążni odległości potrzeba. Są mieysca, gdzie kilkanáście nawet i więcéy razy echo się odbiia.

Gdy cząstki ciała brzmiącego iednostayną wydaią wibracyą, i tak wyraźnie, że ucho nasze liczbę onych poiąć i dobrze rozróżnić, a przynaymniéy, stosunek pewny między niemi upatrzyć, a przeto pod rachunek one podciągnąć może: takowe brzmienie zowiemy *Tonem.* Jako zaś wibracye są prędsze i powolnieysze, tak i tony dzielą się iedne względem drugich na wyższe i niższe, czyli cieńsze i grubsze; cieńsze są te, które więcéy wibracyy, a grubsze, które mniéy w równym czasie daią.

Narzędzia wydaiące tony mogą bydź rozmaitego kształtu i materyału, ale my tu tylko zastanowimy się nad stronami wchodzącemi w skład narzędzi muzycznych.

W każdéy stronie na 3 rzeczy uważać trzeba: na długość, na grubość, która może bydź wyrażona przez ciężar stron, gdy te z iednorodnéy i téy saméy materyi są zrobione, nakoniec na

siłę

siłę wyciągaiącą one. Gdy dwie strony porównywane z iednakowéy materyi i grubości od równych sił są naciągnione, lecz są różnéy długości; krótsza wyda więcéy wibracyy w równym czasie, czyli da ton wyższy, niż dłuższa.

Gdy dwie podobne strony równéy długości i grubości, będą od nierównych sił wyciągnione, tedy ta, która od większéy siły iest wyciągniona, będzie wydawała większą liczbę wibracyy, a zatém ton wyższy wyda, niż druga od mnieyszéy siły wyciągniona — Nakoniec z dwóch stron równie długich i od równych sił wyciągnionych, ale maiących grubości nierówne, ta wyższy ton wyda, która iest cieńsza, gdyż siła iéy, w stosunku mnieyszéy massy danéy do wyciągania, tém samém iest większą.

Gdy strona iedna wydaie zupełnie równą liczbę wibracyy iak druga, stosunek ten równości tonu zowie się *Unisonem*, iaki wydaią narzędzia, kiedy się stroią zgodnie z drugiemi — Strona wydaiąca dwa razy tyle wibracyy iak druga w równym czasie, zowie się iéy *Oktawą*, ponieważ iest ósmym tonem w porządku abecadła muzycznego względem swoiego tonu głównego. Gdy druga z tych stron wydaie 5 wibracyy, a piérwsza daiąca ton główny, wydaie 4, czyli długość drugiéy iest $\frac{4}{5}$ piérwszéy we wszystkiém iéy równéy; ta druga zowie się iéy *Tercyą większą*.

Na-

Nakoniec gdy druga ma długość $\frac{2}{3}$, piérwszéy zowie się iéy *Kwintą*, dla piątego mieysca, które względem niéy w porządku tonu zaymuie. A te 4 tony, to iest ton iakikolwiek główny, Tercya większą, Kwinta i Oktawa iego, brane razem, składaią to, co zowiemy *Akordem doskonałym*, i miłą uchu sprawuią zgodność czyli Harmonią; inne zaś tony łączone z sobą nie są miłe razem brane i sprawuią *Dyssonancyą*. Sprawdzenie tego Akordu zasadzaiącego się na podziale stron podług oka, bydź może na narzędziu muzyczném, maiącym iedną lub w reszcie 4 stron równych i równo wyciągnionych, podzielonych podług powyższego stosunku iak 1, $\frac{4}{5}$, $\frac{2}{3}$, 2 — Narzędzie podobne zowie się Monokord albo Tetrakord, a właściwie zwać się może *Tonomiarem*.

Tonów 7 całkowitych nazywaią się albo literami, a te są: *C*, *D*, *E*, *F*, *G*, *A*, *H*, *c*, albo téż syllabami *Ut*, *re*, *mi*, *fa*, *sol*, *la*, *si*, *ut* (*) — Każdy ton ma swoię Oktawę, ieźli dwa razy więcéy niż ona wibracyy wydaie, gdy inna strona wydawać będzie 4 razy więcéy, zowie się iego drugą Oktawą; wydaiąca 8 razy więcéy, zowie się iego trzecią Oktawą i t p. które tak idą

(*) Długości stron równych sobie co do grubości i sił wyciągaiących wyrażaiących te 7 tonów, są następuiące: 1, $\frac{8}{9}$, $\frac{4}{5}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{8}{15}$ $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$.

idą co do liczby wibracyy: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 i t. d. a odwrotnie co do długości ieźli strony są równie grube i siły równe.

To co zowiemy Forte lub piano, to iest mocny lub cichy ton w Muzyce, nie iest odmianą tonu, czyli liczby wibracyy, ale zależy właściwie od tego, gdy strona równocześne oscyllacye robiąc przebiéga większe łuki w mocném, a mnieysze w cichém wydawaniu tonu, nieodmieniaiąc długości czasu oscyllacyi.

Doświadczenia okazuią, że nayniższy ton 32 oscyllacyy czyni na 1", zatém oktawa iego 64, druga oktawa 128 i t. d. W całéy Muzyce we wszystkich razem branych iakichkolwiek narzędziach, ledwie 9 oktaw rozróżnić można: tony niższe z iednéy lub wyższe od nich z drugiéy strony, przestaią bydź tonami poiętemi od ucha; wyższe zamieniaią się na dźwięk, a niższe na szum niezrozumiały dla niego. Ludzki głos mało co wychodzi nad dwie oktawy; na skrzypcach można ich wyciągnąć przeszło 4, Fortepiana maią do 6½. W organach całkowitych i zupełnych zaczynaią się rury 32 stopy długie, a kończą się na $\frac{1}{32}$ stopy długości; lecz 2 ostatnie oktawy niesłużą do tonu, ale tylko do wzmocnienia harmonii.

ROZDZIAŁ VIII.

O Cieplíku.

Przez Cieplik rozumiemy pospolicie płyn sprężysty, niewidzialny, napełniaiący wszystkie istoty materyalne w różnym stopniu, przechodzący z iednych ciał do drugich, i układaiący się do równowagi. Główniejsze iego własności są, że ociepla ciała i powiększa ich objętość. Jedni utrzymuią, iż ón iest istotą materyalną samą w sobie i oddzielną od innych, a drudzy dowodzą, iż to ocieplanie ciał i rozszerzanie onych pochodzi od ruchu wewnętrznego cząstek w ciele rozgrzaném i że ten ruch może bydź udzielany innym ciałom, przez co one staią się także ogrzanemi. Jakożkolwiek bądź, niezaprzeczoną iest, iż my i czuiemy iako wystawieni iesteśmy ciagle na odmiany ciepła i zimna, i rozpoznaiemy różne skutki onego, które to odmiany muszą pochodzić od iakieyś przyczyny, a tę zowiemy *Cieplikiem.*

Nie wszystkie ciała od równéy ilości Cieplika, zarówno bywaią rozszerzane. Ciała stałe rozszerzaią się naymniéy, ciekłe więcéy, a rozprężliwe naywięcéy: czego doświadczyć łatwo można, ogrzewaiąc ie i mierząc. Tak pręt metalowy rozgrzany nie zmieści się w obrączce, którą piérwiéy będąc zimnym zapełniał. Gdy napełnio-

nioną flaszeczkę wodą zupełnie i zatkaną, do któréy korka przydamy rureczkę, rozgrzewamy, woda podstępować będzie coraz wyżéy. Naybardziéy zaś to widzieć się daie na powietrzu w buteleczce doskonale zatkanéy osadzaiąc w korku długą rurkę, w któréy zawieszona iest kropla wody zafarbowanéy; potrzeba tylko, aby powietrze nigdzie nie miało innego przechodu.

Rozszérzanie ciał i ocieplanie onych nie iest iedno, z tém wszystkiém ponieważ nie mamy sposobu wymierzania ilości cieplika do ciał przybywaiącego lub ubywaiącego, a rozszerzanie statecznie towarzyszy ocieplaniu, dla tego używa się pospolicie rozszérzania ciał do oznaczenia ilości iego przybywaiącéy lub ubywaiącéy: a to stanowi zasadę *Termometrów*, czyli *Ciepłomiarów*, które przedstawiaią zmysłowi widzenia i dozwalaią wymierzać na oko ilość płynu, którego nie możemy poznawać tylko przez dotykanie i czucie.

Termometr piérwszy wynaleziony był przez Drebela Hollendra na koncu wieku XVI. i stopniami potém był doskonalony aż do naszych czasów; teraz zaś są trzy znakomitsze: Fahrenheita, Reaumura i Celsyusza. To cośmy poznali dotąd o naturze cieplika, podaie nam myśl, iż termometra mogą bydź robione z ciał stałych ciekłych i rozprężliwych, i w saméy rzeczy się ro-

robią, ale do rozmaitego użycia. Na termometra zwyczayne używamy ciał ciekłych, które środek trzymaią w rozszérzaniu się swoiém między ciałami stałemi i rozprężliwemi; osobliwie co do stopni ciepła potrzebnego nam w zwyczaynych robotach życia.

Na termometr bierze się rurka szklanna małego otworu z gałeczką u spodu, która się nalewa Merkuryuszem lub spiritusem do pewnéy wysokości i zasklepia się u góry (fig. 25.) — Na termometra zwyczayne bierze się rureczka maiąca $\frac{1}{4}$ linii średnicy do Merkuryuszu a $\frac{1}{4}$ do spiritusu, długości 9 calów, która powinna bydź dobrze wykalibrowana i iak nayrównieyszéy wszędzie średnicy. Ta się osusza, wyciéra a potém iak nayczystszym Merkuryuszem się nalewa do pewnéy wysokości, któréy koniec, gdy się Merkuryusz rozgrzeie, zatapia się przy rurce złotniczéy. Tak nalana rurka zanurza się raz w lód topnieiący, a mieysce do którego Merkuryusz opadnie naznacza się nitką lub innym znaczkiem. Wstawia się potém blizko powiérzchni wody wrzącéy, w naczyniu zewsząd okrytem, w parę przez rurę wychodzącą, i znowu druga wysokość Merkuryuszu się zaznacza. Piérwszy znaczek zowie się punktem lodu topnieiącego, drugi wody wrzącéy, i zowią się punktami stałemi, a odległość między niemi odległością fun-

da-

damentalną czyli główną; ponieważ gdy ona dobrze iest wzięta, sprawuie, że Termometra podobnie robione wszystkie się z sobą zgadzać będą, i takie zowią termometrami *zgodnemi* (concordantia, comparables). Przytwierdza się potém do tabliczki pokostowaney i podzieloney na stopnie; pérwszy punkt pospolicie znaczy się o a punkt wody wrzącey albo liczbą 80, i to będzie termometr Reomiura (Réaumur), albo liczbą 100, i taki iest termometr Celsyusza, czyli tak nazwany późniéy stomiarowy francuzki (centigrad), iak widzimy na figurze.

Fahrenheit do oznaczenia o na swoim termometrze używał sztucznego zimna, mieszaiąc równe części śniegu z solą ammoniacką, a odległość między swoiém zerem a stopniem wody wrzącéy podzielił na 212 stopni, tak iż zimno naturalne czyli o termometru Celsyusza albo Reomiura przypada w 32 stopniu Fahrenheita.

Porównywaiąc te trzy termometra z sobą, widzimy nayprzód, iż ta sama odległość główna, między o zimna naturalnego, a wodą wrzącą, iest podzieloną na 80 stopni Reomiura, na 100 Celsyusza, a na 180 na termometrze Fahrenheita, czyli że stopnie tych trzech termometrów maią się iak 80 : 100 : 180, to iest $R : C : F = 4 : 5 : 9$, a tak gdy ciepła przybędzie na termometrze Reomiura 4 stopnie, na termometrze

Cel-

Celsyusza przybędzie 5 a na Fahrenheita 9. Na to tylko trzeba pamiętać, iż na termometrze Fahrenheita stopnie niezaczynaią się rachować od o zimna naturalnego, ale, wyrachowawszy wprzódy stopnie ciepła podług powyższych stosunków, przydadź potém trzeba 32; albo gdy stopnie Fahrenheita przemieniaią się na stopnie Reomiura lub Celsyusza, trzeba od nich wprzód odjąć też 32 stopnie.

Maiąc *np.* dane 15 stopni Reomiura, przemienić ie można na stopnie Celsyusza przez następuiącą proporcyą $4:5=15:x=8\frac{3}{4}$, będzie zatém na termometrze Celsyusza 8°,25. Chcąc te same stopnie na termometrze Fahrenheita oznaczyć, układam proporcyą $4:9=15:x=33°,25$, do których dodawszy 32 będące przed zerem, otrzymamy liczbę 65°,25 stopni na termometrze Fahrenheita.

I na odwrót: maiąc dane 86° *F.*, odciągam nayprzód 32, zostaie 54, a proporcya $9:5=54:x$, daie nam $x=30°$ *C.*

Któregokolwiek termometrú o nie iest bezwzględnem zimném, to iest nieznaczy, aby w tenczas wcale nie było ciepła, gdy termometr skazuie o, ale ten punkt ma znaczenie odnośne, i stosuie się tylko do topienia się wody zmarzłéy: może przeto zimno coraz bydź większe, i Merkuryusz spadać coraz niżéy pod zero. I tak w

naszym kraiu zimno zwyczaynie prawie wśród zimy bywa od 15° do 18° niżéy o, a czasem dochodzi nawet do 24° przeszło; latem zaś podnosi się znowu Merkuryusz od o do 20° zwyczaynie, a czasem do 28° R. i więcéy stopni. Wszystkim stopniom wyższym nad o przydaie się znak + a niższym znak odiemny —. I tak

	R.	F.
Merkuryusz marznie w - - - -	— 32	— 40.
Mieszanina z równych części śniegu i soli ammoniackiéy daie zimno	— 14⅔	+ 0.
Lód topi się - - - - - - - - -	+ 0	+ 32.
Piwnice głębokie kraiów umiarkowanych - - - - - - - - - -	+ 10	+ 54.
Ciepło umiarkowane pokoiu lub na wiosnę - - - - - - - - -	+ 14	+ 64.
Ciepło krwi ludzkiéy - - - - -	+ 30	+ 77.
Topienie się wosku - - - - - -	+ 48	+ 140.
Wrzenie spiritusu czystego - -	+ 63	+ 174.
Wrzenie Wody - - - - - - - -	+ 80	+ 212.
Wrzenie Merkuryuszu - - - - -	+ 252	+ 600.

etc.

Względem użycia termometrów wiedzieć należy, iż one naylepiéy zrobione i nayzgodnieysze z sobą, mogą nie pokazywać tych samych stopni, gdy są w różnych mieyscach zawieszone: inaczéy okazuią zawieszone przy oknie, inaczéy przy kominku, inaczéy zewnątrz domu, na otwar-

twartém mieyscu, lub przy ścianie ogrzewanéy ze środka; szczególniéy zaś wystawione na działanie promieni słońca. Dla tego zawieszać ie trzeba podług tego do czego są przeznaczone. Czasem ie zanurzamy w wodę lub inny płyn, chcąc poznać stan iego ciepła; lecz do oznaczenia średniéy temperatury kraiu, zawiesza się w mieyscu oddaloném od ścian ogrzewanych, w oknach na północ wystawionych, naylepiéy między drzewami w ogrodzie i na wolnym przelocie powietrza. Ciepło ciała iakiegokolwiek na termometrze oznaczone, pospolicie zowiemy *temperaturą* iego.

Termometr powietrzny, składa się podobnie z rurki szklanney, dłuższéy tylko, prostéy lub zakrzywioney i maiącéy gałeczkę większego wymiaru, która iest próżna, powietrzem napełniona. W rurce słupek Merkuryuszu będący podnosi się lub zniża, podług tego, iak powietrze w gałce iest więcéy lub mniéy rozgrzane. Trzyma się raz w lodzie topnieiącym, i koniec słupka zniżonego oznacza się o; rozgrzewa się potém do stopnia wody wrzącéy, ten punkt oznacza się podobnie iak i w innych termometrach, a odległość tych dwóch punktów stanowi odległość główną, którą piérwszy Lambert podzielił na 370 części dla okrągłości liczby.

Cząstki powietrza dla odległości, w któréy

zostaią nieokazuią żadnéy między sobą spoyności, cała przeto ilość cieplika wchodzącego w powietrze, użytą iest na rozszérzanie tylko powietrza, które to rozszérzanie się w gazach z téy przyczyny iest nayregularnieysze, i dla tego to termometrów powietrznych używa się naywięcéy dla sprostowania i wyprobowania termometrów z Merkuryuszem — Z porównania tego okazało się, że rozszérzanie się Merkuryuszu i wzrastanie stopni między o a 80° R. iest proporcyonalne przybywaniu ciepła, a nawet względem szkła i metalów nic nieznacząca różnica okazała się w tych obrębach, za któremi dopiéro różnią się między sobą.

Poznaliśmy, że Merkuryusz wre w 252° R. a spiritus w 65°; podobnych przeto termometrów nie można używać do dochodzenia wyższych stopni ciepła, iakie są w piecach fabrycznych, chemicznych, w topieniu szkła, metalów i t. p. W tym razie używa się ciał stałych na ciała termometryczne, a narzędzia do tego przeznaczone zowią się *Pirometrami* czyli Ogniomiarami. Pirometra maią cél dwoiaki: iedne oznaczaią stopień ognia, takim iest Pirometr Gwitona-Morwo (Guiton-Morveau) Wedżwuda (Wedgwood), drugie wymierzaią, wiele które ciało od danego stopnia ciepła rozszérza się, takiemi są: Muszembreka, Nolleta i inne.

Pirometru Wedżwuda iest skład następuiący:

na

na blasze grubéy mosiężnéy *MN* (fig. 26.) wycina się rowek przyzwoitéy głębokości, którego boki *BE*, *CD* są pochyłe ku sobie, tak, iż w *BC* szerokość iego iest $\frac{1}{2}$ cala, a w drugim końcu *ED* na $\frac{3}{10}$ cala; długość zaś iego cała od *B* do *E* podzielona iest na 240 części czyli stopni, z których każdy iest $= \frac{1}{10}$ cala. Wyrabia się do tego walec *Br* z gliny nayczystszéy, i dobrze się wysusza. Chcąc go użyć wkłada się w piec, którego stopień ognia chcemy wiedzieć, a gdy się ten walec rozpali i nabierze stopnia ciepła, wyimuie się potém i oziębiony wkłada się w ten rowek Pirometru. Glina ma tę własność, iż rozgrzewana, ścieśnia się coraz bardziéy, walec ten przeto spadać będzie tém niżéy, im bardziéy był rozpalony, okazuiąc stopień ognia pieca. Tak spadaiąc do 27 stopni, okazuie stopień topienia się miedzi; 32 iest stopniem topienia się złota, w 130 stopniu topi się żelazo i t. d. Stopnie się zaczynaią rachować od 0, które tam się daie, gdy walec iest rozgrzany od stopnia ognia, rozpalaiącego żelazo do czerwoności, która w dzień widzianą bydź może. Stopnie tego Pirometru są tak wysokie, że 0 odpowiada 1077 stopniom Farenheita, a każdy stopień poiedyńczy zawiéra 150 Farenheita: luboć Gwiton - Morwo mnieyszą im liczbę naznacza (*) H 2 Pi-

(*) Wiele niedokładności postrzegać się daie w zasadach tego

Pirometrów używanych do wymiaru rozszérzania się ciał stałych od samego stopnia ciepła, nayprostszy skład iest następuiący:

Pręt *AB* do doświadczenia dany oparty iest iednym swoim końcem o słupek *MN* niewzruszony, a drugim dotyka się krótszego ramienia *CD* drążka *DCF*, który się obraca łatwo około osi *C*, maiący drugie ramie *CF* dłuższe tyle razy od piérwszego ile się podoba, *np.* 100 razy. Rozgrzéwa się tak osadzony pręt *AB*, a nie mogąc się rozciągać w stronę *MN*, rozciąga się w przeciwną, popychaiąc krótsze ramie *CD*, a dłuższe ramie *CF* także poruszone końcem swoim okazuie części; na które iest łuk *FE* podzielony. Gdy to ramie iest równe 100 *CD*, tedy pręt podłużywszy się o 1 linią, koniec skazówki *F* przebieży 100 liniy; a zatém gdy skazowka o 1 linią tylko postąpi, znakiem iest że pręt podłużył się o $\frac{1}{100}$ linii: iako zaś można liniykę ieszcze na 4 części widoczne dzielić, przeto skazówka posunioną o $\frac{1}{4}$ liniyki tylko, oznaczać będzie przedłużenie się ogrzewanego prętu o $\frac{1}{400}$ część liniyki. Pirometra podobne byłyby dogodne, gdyby tylko były tak

tego Pirometru,, dla tego zdaie się, że sposób podany przez Gwitona - Morwo, lub użycie pręta żelaznego i oznaczenia stopni w odległości od ogniska podane przez Biota, może bydź przyzwoitsze do tego celu.

tak urządzone, aby pręt rozgrzewaiąc się, nieudzielał swoiego ciepła innym częściom machinki, z któremi się styka, inaczéy rozszérzaiąc one mylną rachubę i wypadek dadź może.

Co się tyczy rozszérzania powietrza i gazów, Lambert przez doświadczenia dawniéy czyniono na swoim termometrze powietrznym, okazał, że naznaczywszy objętość powietrza w stopniu lodu topnieiącego przez 1000, w stopniu wody wrzącéy objętość tę powiększa o 375: co ón odkrył za pomocą ważenia Merkuryuszu napełniaiącego te obiedwie objętości.

Gey-Lussak (Gay-Lussac) późniéy sprawdził to naydelikatnieyszemi doświadczeniami, otrzymawszy ten sam wypadek, co większą rozciągnął to do wielu innych płynów rozprężliwych tak statecznych iak i niestatecznych, z czego można z wielkiém do prawdy podobieństwem wnosić, że wszystkie gazy na odległości głównéy termometru, powiększaią swoię objętość o 0,375 (*). Tenże sam znakomitych zasług Fizyk, porównywaiąc termometr merkuryuszowy z powietrznym, zatwierdził, iż Merkuryusz na téyże odległości rozszérza się proporcyonalnie do przybywaiących sto-

(*) W tém i wszelkich innych doświadczeniach z gazami, wielką baczność mieć należy, na ciśnienie Atmosfery, oczyszczenie rurek z wilgoci i kalibrowanie onych ich naydokładnieysze.

stopni ciepła, równie iak i metale. Świeższe zaś doświadczenia Fizyków okazały, że Merkuryusz, szkło i metale przeszedłszy granice wrzącéy wody, prędzéy posuwaią swoie stopnie niż powietrze; a to tém prędzéy, im się bardziéy zbliżaią do przemiany swoiego stanu.

Aby doyść, iak wiele płyny ciekłe rozszérzaią się w odległości głównéy między o a 100C., biorą się rurki termometryczne, w których te dwa punkta stałe i stopnie między niemi są iak naydokładniéy oznaczone; naléwaią się różnemi płynami i te osadzone obok termometru powietrznego lub merkuryuszowego razem się rozgrzéwaią, oznaczaiąc stopnie ich rozszérzania się. Z tych doświadczeń pokazało się, iż woda nierozszérza się iednostaynie, a nawet w niektórych stopniach się ścieśnia, chociaż ciepła przybywa. Naybardziéy ona iest zgęszczona nie w o, ani niżéy o, ale blizko + 4° C. I w takim to stopniu zgęszczenia, iako punkcie stałym uczeni francuzcy, oznaczyli iedność ciężarową, zwaną *Grammem*, o którym wyżéy wzmiankowaliśmy.

Lavoisier i Laplace podług powyższych zasad, biorąc za 1, długość ciała w stopniu lodu topnieiącego, oznaczyli rozszérzanie się wielu ciał między o a + 100° C., z których na 1 stopień rozszérza się między innemi:

Szkło

Szkło zwyczayne w rurkach — — o $\frac{1}{114191}$

Stal hartowana przedłuża się — o $\frac{1}{92664}$

Żelazo kute — — — — — o $\frac{1}{81937}$

Srébro nayczystsze — — — o $\frac{1}{80674}$

Złoto — — — — — o $\frac{1}{68202}$

Miédź — — — — — o $\frac{1}{58231}$

Merkuryusz — — — — o $\frac{1}{16236}$

Maiąc długość liniową na 1 stopień, łatwo się oznacza rozszerzanie bryłowatości, czyli miąższości ciał mnożąc ią tylko przez 3 i przydaiąc do objętości iaką maią w stopniu o; rachunki bowiem nam wskazuią, że resztę wyrazów potęgi 2giéy 3ciéy dla swoiéy drobności, bez żadnéy prawie pomyłki opuścić można. Odwrotnym sposobem przeto można łatwo przeyść z miąższości do długości liniowéy rozszérzania się; a maiąc na 1 stopień oznaczoną długość lub miąższość, można miéć rozszérzenie się ciał na całą rozległość głównią między o i +100°, mnożąc ią przez 100 i na wzaiem. I tak

Woda

Woda między o a + 100° C powiększa swoię objętość podług Daltona — — — o $\frac{1}{22}$

Alkohol dobrze rektyfikowany powiększa objętość — — o $\frac{1}{9}$

Merkuryusz objętość swoię na 1° rozszérza — — — o $\frac{1}{5412}$

Gazy na całéy odległości główney rozszérzaią się — — o 0,375 = $\frac{1}{2,66}$

a zatém na 1° C — — o $\frac{1}{266,6}$

Oznaczanie rozszérzania się ciał z podnoszeniem ich temperatury, iest użyteczne w wielu przypadkach, iako to w wymierzaniu wysokości płynów w naczyniach, Merkuryuszu w barometrze lub innych rurkach, szczególniéy zaś długości pendułów, od których dokładny wymiar czasu zależy. Wiémy, że penduły tém wolniéy się chwieią, im są dłuższe i przeciwnie; wypadałoby zatém, że godziny byłyby latem dłuższe a zimą krótsze niż na wiosnę. Dla tego to w pendułach zégarowych używa się podwóynego metalu miedzi i żelaza, z których piérwszy rozszérza się i skraca bardziéy niż drugi, a to prawie w stosunku 5 : 3. Penduł składa się naylepiéy ze 4 prętów żelaznych *AC*, *ac*, *BD* i *bd* (fig. 28.) i 4

mo-

mosiężnych podwóynemi liniykami oznaczonych, tudzież z żelaznych prętów *SP* i *TG*, na którym soczewka *G* iest osadzona: *STG* znaczy odległość środka ciężkości soczewki *G* od punktu zawieszenia. Urządzaią się te pręty w ten sposób, że wszystkie żelazne rozszérzaiąc się na dół zniżaią, a mosiężne w przeciwną stronę, to iest do góry podnoszą środek ciężkości *G*; przeciwnie zaś dzieie się, gdy się skracaią od zimna (*). Dobiéra się zaś taka długość prętow mosiężnych, żeby summa długości ich wszystkich razem była równą 3 razy wziętéy *STG*, to iest odległości środka ciężkości od punktu zawieszenia: w tym razie, iak rachunki matematyczne nas uczą, czy one się od ciepła podłużać, czy od zimna skracać będą, zawsze *G* w swoiém mieyscu zostanie, i dla tego to pen-

duły

(*) Odległość *STG* powinna bydź właściwie odległością nie środka ciężkości *G*, ale *środka oscyllacyi* (centrum oscillationis), który iest różny zupełnie od niego. Uchybieniu temu atoli zaradza się przez zawieszenie ciężkiéy soczewki w stosunku pręta, na którym iest zawieszona, a resztę, iak się zwykle dzieie, poprawuiąc przez doświadczenie. Środek oscyllacyi iest mieyscem punktu maiącego średnią chyżość summy chyżości wszystkich punktów ciężkich pendułu składanego, a odległość iego od punktu zawieszenia iest = wielorazowi z podzielenia Iloczynu Bezwładności Pendułu przez Iloczyn statyczny.

duły tak składane, zowią *Kompensatorami*, czasem Wahadłami kraciastemi. (*Zob. Biota T. I. k.* 177.)

O Przechodzeniu Cieplika przez stykanie się. Że ciepło przechodzi z iednych ciał do drugich, to z codziennego wiémy użycia; lecz postrzeżenia pilnieysze uczą nas także, że cieplik nie zarówno prędko po każdym ciele rozchodzi się, i że nie tylko przechodzi, gdy się ciała dotykaią, ale nawet i na odległość w kształcie promieni, iak niżéy zobaczymy.

To co zowiemy ciepłem lub zimném w dotykaniu, nic innego nie iest, tylko przechód cieplika z iednego ciała do drugiego, który prędzéy lub powolniéy układa się do równowagi; a zatém gdy się nam rzecz iaka wydaie zimną znakiem iest, że cieplik z nas w nię przechodzi, a przeciwnie zowiemy to ciepłem, co nam daie część swego cieplika: gdy dwie osoby nierówno ogrzane, biorą się za ręce, iednéy się koniecznie wyda obca ręka zimna a drugiéy ciepła. Dla téy przyczyny ciepło pokoiu ogrzanego, nieiednakowe się wydaie dwóm osobom, z których iedna w nim bawi, a druga z zimna do niego wchodzi. Piwnice wydaią się ciepłe w zimie, a zimne w lecie; chociaż termometra pokazuią prawie zawsze iednostayny stopień ciepła, osobliwie w głębszych piwnicach.

Przechodzenie to ciągłe cieplika z iednych

ciał

ciał do drugich, czy to stykaiących się z sobą bezśrednie, czy za pośrednictwem powietrza obléwaiącego one sprawuie, że wszystkie ciała po pewnym przeciągu czasu w iedném mieyscu ograniczoném, nabiéraią równéy temperatury, to iest cieplik układa się w nich do równowagi; lecz iedne więcéy drugie mniéy czasu do tego potrzebuią, iak doświadczenie samo nas uczy; żelazo *np.* prędzéy się rozgrzeie niż szkło lub drzewo. Co większa mamy to także z doświadczenia, że w ogólności te ciała, które prędzéy przyimuią cieplik, prędzéy go także nayczęściéy oddaią, czyli stygną, a które się późniéy ogrzéwaią, te dłużéy go zatrzymuią. I na téy to własności zależy przewodnictwo ciał: te które prędzéy odbiéraią i oddaią, zowią się *dobremi przewodnikami* (conductores), a inne zowią się *złemi*. Dobremi przewodnikami są szczególniéy metale, nie tak dobremi są kamienie i ziemie; złemi zaś są: szkło, woda, węgiel, żywice, lak, popioł, futro, włosy, skóra, drzewo, słoma i t. p. Doświadczamy tego codziennie, że węgiel, lak, wosk, szkło, można topić lub palić, trzymaiąc ie w palcach bardzo blizko płomienia, tym czasem pręt metalowy nierównie dłuższy, iest nie do wytrzymania.

Chcąc oznaczyć, które są gorszemi a które lepszemi przewodnikami, bierze się kilka lub

ki.

kanaście pręcików z różnych metalów i materyałów, tych iedne końce oblawszy woskiem lub łojem, drugie ogrzewaią się równym ogniem; te przeto, na których łoy piérwiéy zacznie się topić, będą lepszemi przewodnikami od innych. Co do płynów, nalawszy w naczynia małe blaszane równe równą ilość lecz różnych płynów, i te rozgrzéwaiąc razem, termometra w nich zanurzone, podnosząc się prędzéy lub późniéy, okażą, które są lepszemi a które gorszemi przewodnikami. Z podobnych doświadczeń wiémy, że Merkuryusz iest naylepszym przewodnikiem, potém spiritus, woda i t. d.

Do okrycia naszego i zasłonienia się od zimna lub ciepła używamy pospolicie naygorszych przewodników, iakiemi są: płótno, sukno, skóry, futro etc.; te bowiem raz ogrzane dłużéy utrzymuią ciepło, lub nie tak łatwo przyimuią, gdy go niepotrzebuiemy. Szczególniéy zaś w tém są użyteczne, że nasze ciepło wewnętrzne utrzymuią w iednostaynym stopniu, niepozwalaiąc mu ulatywać w zimnéy porze, lub téż niedopuszczaiąc go do nas z zewnątrz gdy nie trzeba.

O *Przechodzeniu Cieplika w promieniach.* Że cieplik przechodzi w kształcie promieni z iednych ciał do drugich będących w odległości, piérwszy to postrzegł Szel (Scheele), stoiąc z daleka przed piecem otwartym, od którego odbiérał die-

ciepło, tak że powietrze, umyślnie nawet poruszane, wcale nieprzeszkadzało mu do rozchodzenia się. Nadstawiwszy zwiérciadło wklęsłe, postrzegł także, iż promienie iego odbiiały się na ciała mu przyległe i ogrzewały one, nierozgrzewaiąc samego zwiérciadła. Na dowód tego, że cieplik rozchodzi się w promieniach, robi się bardzo piękne doświadczenie, rozstawiwszy dwa zwiérciadła wklęsłe metalowe, w odległości o kilkanaście stóp od siebie, a założywszy przed iedném węgiel rozżarzony w punkcie oznaczonym, który się ogniskiem zowie, hubka w ognisku drugiego zapali się, gdy inne ciała pośrodku między niémi zostaiące niedoznaią wcale odmiany w swoiéy temperaturze: w tym stanié uważany cieplik zowią *Promienistym* (caloricum radians) (*).

Co się tyczy odbiérania cieplika przez promienie prędzéy lub późniéy, nietylko gatunek i natura materyałów, ale nawet sama powiérzchnia ciał wiele także wpływa do tego, tak dalece, iż nie

(*) Niedosyć trafnie zdaie się bydź tu przydane to wyrażenie, gdyż ón iest zawsze i wszędzie promienistym, i iest ten sam a nie inny, który ogrzéwa ciała, dotykaiące się wzaiemnie. Odkryta w nim została przez to nowa własność tylko, ale przydane nowe nazwisko, może czasem uczącemu się dawać wyobrażenie, iak gdyby był nowy gatunek iego.

nie iest rzeczą obojętną w przyimowaniu lub wydawaniu, cieplika powiérzchnia więcéy lub mniéy gładka tego samego ciała: i tak gdy dwa ciała będą równe sobie co do wielkości, materyału i innych wszystkich okoliczności, to które mieć będzie powiérzchnią chropowatą i nieświetną, prędzéy wciągnie w siebie cieplik i rozgrzeie się, lub też ogrzane prędzéy go wyda i ostygnie, niż drugie maiące powiérzchnią gładką i polerowaną.

Termoskopy. Do podobnych doświadczeń służą narzędzia zwane *Termoskopami*, z tych ieden iest Rumforda, drugi Lesliego: iest to rurka szklanna zagięta do góry końcami, zakończona w gałeczki mnieysze lub większe napełnione powietrzem, i maiąca po środku kroplę zafarbowanego płynu, zwaną *Skazówką*. Figura 29 przedstawia nam Termoskop Rumforda, maiący dwie gałki po obu końcach *A* i *B* każda 1½ cala średnicy, a pośrodku skazówkę *C* z Alkoholu czerwono zafarbowanego, i przytwierdzona w postawie pionowey do tabliczki na stopnie podzieloney. Oddzielaią się one od siebie przegrodą *CD*, a tak gdy ze strony któreykolwiek *B*, trzymać będziemy w odległości dosyć znaczney dłoń otwartą, kropla *C* przeydzie w stronę *A*, a to dla tego, że cieplik wchodzący w *B*, rozszérza powie-

wietrze, które znowu odpycha skazówkę na stronę przeciwną ku *A*.

Do doświadczeń z tym termoskopem, używa się walców metalowych, które się napełniaią wodą gorącą równéy temperatury; te gdy z obu stron są trzymane, skazówka zostanie w mieyscu nieporuszoną, ponieważ zarówno się rozszérza i staie sprężystszém powietrze w obóch gałkach. Poczerniwszy oba walce, oblepiwszy lub wypolerowawszy zarówno ich powiérzchnie, skazówka równie nieporuszoną zostanie. Lecz gdy ieden walec będzie poczerniony, lub chropowatéy powiérzchni lub wylepiony, a drugi polerowny i świetny; na tenczas chociaż ie naleiemy oba wodą równéy temperatury, skazówka od piérwszego uciekać będzie do gałki w stronę walca świetnego. Te i tym podobne doświadczenia przekonywaią nas, że *nayprzód* cieplik z walców przechodzi w promieniach do gałek, to iest z tych ciał, gdzie iest temperatura wyższa, do ciał temperatury niższéy (*); *powtóre*, że wciąganie lub wyziewanie cieplika powiększa się, gdy powiérzchnia iest chropowata, a w ogólności własność ta odmienia się z odmianą powiérzchni w iakikolwiek bądź sposób.

Ter-

(*) Przechodziłby z gałek do walców, gdyby te miały niższą temperaturę.

Termoskop Lesliego na tychże samych oparty iest zasadach, powierzchownością tylko się różni: gałeczki i rurki same są mnieysze, końce ich są podniesione wyżéy i bliższe siebie w kształcie litery *U*, a iedna gałeczka iest wyżéy podniesiona niż druga. Nadto przydane iest zwierciadło małe metalowe wklęsłe, zwane *reflektorem* dla odbiiania promieni cieplika na iedną z powyższych gałeczek, która się stawia, dla rozgrzania w niéy powietrza, w ognisku tegoż reflektora, i dla tego zowie się *ogniskową*; w téy powietrze rozszérzaiąc się wypędza słupek kwasu siarkowego czerwono zafarbowanego, w drugie ramie na stopnie podzielone, których iest 1000 na odległości głównéy. Do rozgrzéwania, zamiast walców używa się naczyń sześciennych blaszanych, których boki zostawuią się raz świetne, drugi raz okopcone, inny raz pokrywaią papiérem, szkłem lub innemi ciałami.

O *Przemianie stanu skupienia w ciałach.* Rozgrzéwaiąc coraz bardziéy ciała stałe, przyprowadzamy ie do tego stopnia, że się topią, czyli się staią ciekłemi; natężaiąc zaś ieszcze bardziéy ogień, ciała ciekłe znowu można obracać w parę czyli płyn rozprężliwy, podobny do gazów i powietrza. Ciała ciekłe można przeto uważać, iako złożone z cząstek ciał stałych połączonych z wielką ilością cieplika, który iednakże niezniszczył

ie-

ieszcze zupełnie spoyności między ich cząstkami; płyny zaś rozprężliwe uważać można iako też cząstki, ieszcze bardziéy rozdrobnione i oderwane przez cieplik, którego nierównie większa ilość użytą została. W téy przemianie stanów, to iest osobliwsza, iż gdy ciało stałe zaczyna się topić, choćbyśmy naywięcéy przydawali ognia, termometr nie podniesie się wyżéy, aż póki się całe nie stopi: có można łatwo sprawdzić na topiącym się lodzie. Gdy znowu wodę lub inną ciecz będziemy rozgrzewać coraz mocniéy aż do stopnia wrzenia, znowu na tym punkcie stanąwszy termometr niepostąpi wyżéy, choćbyśmy naywięcéy przydawali ognia, aż póki cała woda nieobróci się w parę, ieźli tylko ma wolne mieysce do ulatywania w postaci pary; cząstki bowiem pary, które widzimy ulatuiące, unosząc się na powietrze, porywaią wraz z sobą cieplik, który przydaiemy. Wszystko to nas przekonywa. że w iednéy i drugiéy téy przemianie stanu, cieplik ukrywa się w tychże ciałach, i że go iest więcéy niż termometr okazuie: w takim stanie cieplik nazywa się *ukrytym* (latens), a ten, który działa na termometr lub czucie nasze, dla różnicy zowiemy *wolnym* (liberum).

To nas także przekonywa o ilości iego większéy, znayduiącéy się w czasie przemiany stanu ciał, że ile razy para stygnie i przemienia się

w wodę, zawsze ciepło znaczne wydaie z siebie, tak iż można niém rury, naczynia i piece mocno ogrzéwać. Podobnie także cieplik czuć się daie, czyli staie się wolnym, gdy woda marznie lub inne ciała krzepną, to iest, gdy zamieniaią się z ciekłych na stałe. W piérwszych przeto doświadczeniach widzieliśmy, że ciała wciągały w siebie więcéy cieplika niż okazywały, a w drugich że go same wydaią z siebie. W ogólnych przeto wyrazach następuiących można zamknąć to prawo: *że ciała przemieniaiąc swóy stan skupienia z gęstszego na rzadszy, wciągaią cieplik nieokazuiąc go; a przeciwnie przemieniaiąc stan swóy z rzadszego na gęstszy, wydaią go z siebie*; w piérwszym razie oziębiaią ciała przy nich będące, odbiéraiąc im cieplik, a w drugim razie ogrzéwaią one, a to z tém większym skutkiem w obu razach, im nagléy się robi ta przemiana. Płyny więc ciekłe ukrywaią w sobie więcéy cieplika niż ciała stałe, a rozprężliwe więcéy ieszcze od obydwóch poprzedzaiących. Mieszaiąc przeto ciała iakiekolwiek z sobą przemieniaiące swóy stan z gęstszego na rzadszy lub rzadszy na gęstszy, można zawsze oziębiać lub też ogrzéwać one, a to często do bardzo wysokiego stopnia.

Lecz nietylko to cieplik ukrywa się w czasie przemiany stanów, znayduie się ón ukryty w ka-

każdym stanie ciał, tak, że termometr nam go nieokazuie, chociaż go nawet w iednych ciałach mniéy, w drugich się więcéy znayduie. Lód nawet ma ieszcze w sobie cieplik, co sam mróz coraz bardziéy wzmagaiący się, chociaż iuż po zmarznieniu wody, nam to okazuie: a nawet całkowitéy ilości onego oznaczyć nie iesteśmy w stanie. Zgoła, nie masz żadnego ciała, któreby zupełnie było z cieplika ogołocone.

O *cieplíku gatunkowym*. Na dowód tego, że nierówna ilość znayduie się cieplika ukrytego w ciałach różnych, mogą nam posłużyć doświadczenia następuiące: Zmieszawszy funt wody + 30° R. z funtem wody + 20°, dwa funty mieszaniny ułożywszy się do równowagi, okażą średnią temperaturę + 25°; lecz zmieszawszy funt wody stopnia 0° R. z funtem żelaza 36° R., mieszanina w wodzie i żelazie okaże + 11° R. Żelazo przeto straciło 32, a woda przez to 4 tylko stopnie nabyła, więc na rozgrzanie wody o 1 stopień, potrzeba tyle cieplika, któryby podniosł żelazo równéy massy do + 8°.

Co większa, zmieszawszy funt wody + 60° R. z funtem lodu 0, otrzymamy dwa funty mieszaniny w stanie ciekłym stopnia 0, co się dzieie dla różności i przemiany stanu skupienia; a z tego poznaiemy, że lód dla samey przemiany stanu swego na stan ciekły, to iest do stopienia się, potrzebuie

+ 60°. To wszystko nas przekonywa, że ciała wiakimkolwiek bądź stanie skupienia i temperaturze znáyduią się, zawsze maią w sobie cieplik ukryty: że záś różna ilość onego w różnych się ciałach znayduie, z tego względu cieplik zowiemy cieplikiem *gatunkowym* (specificum), a własność w ciałach do ukrywania go w sobie w większéy lub mnieyszéy ilości, niż okazuią, zowie się *biernością* ich względem cieplika (capacitas).

Do oznaczenia cieplika gatunkowego w różnych ciałach zawartego, używa się narzędzie zwane Cieplikomiar (*Calorimetrum*). *Oznaczaią się tablice cieplika gatunkowego ciał, biorąc funt wody* + 60° *R. topiący* 1 *funt lodu, za iedność, a inne ciała w téy ilości i temperaturze brane, przez ilość wydaney wody z lodu, okazuią stosunek swoiey bierności w porównaniu z tąż iednością.*

O gazach i parach. Żadnéy dotąd sprzeczności nie podpada, owszem coraz licznieyszemi doświadczeniami zatwiérdza się to mniemanie, że przyczyną stanu płynów rozprężliwych iest cieplik, który cząstki oderwane ciał stałych unosząc z sobą, w oddaleniu trzyma, niedozwalaiąc im zbliżyć się do siebie, które, pomimo siły spoyności w nich zawsze pozostaiącéy, odpychać się zdaią nawzaiem. Jednakże póki nie mamy zupełnych wprost dowodów na ustalenie téy prawdy, póty na dwa gatunki płyny rozprężliwe

we dzielić musimy: iedne *zmienne*, drugi *stateczne* (fluida elastica non permanentia et permanentia). Piérwsze są tè, które przez działanie obcych sił, przez odjęcie im dla iakichkolwiek bądź przyczyn ciepliką, wracaią do stanu ciekłego, z którego się zrodziły, iakiemi są pary wodne, Merkuryuszu, Alkoholu, Eteru, wyziewy wszelkich wonności i t. p.; drugie, które zawsze są w swoiéy postaci i nigdy onéy ani przez ściskanie ani naywiększe dotąd zmrożenie nieodmieniaią, te zowią się właściwie *Gazami*, takiemi iest: gaz kwasorodny składaiący się z ciepliką i kwasorodu, gaz wodorodny z ciepliką i wodorodu, gaz węglikowy, gaz saletrorodny i innych wiele. Z podobnych gazów składa się nasze powietrze, to iest z gazu kwasorodnego, saletrorodnego czyli Azotu, a nawet w małéy bardzo ilości gazu węglikowego. Uważaiąc pod ogólnym widokiem tę przemianę stanu, przez którą każde prawie ciało przechodzić może z małym bardzo wyiątkiem, ledwieby nie można powiedzieć: że wszystkie ciała stałe można uważać iako ciała zmarznione czyli skrzepnione z ciekłych, a gazy iako cząstki oderwane i ulotnione przez cieplik, czyli pary ciał stałych.

O *Parze wodnéy.* Z pomiędzy wszystkich ciał nam znanych, woda naycześciéy przechodzi przez troiaki swóy stan skupienia. Przeszedłszy

do

do stanu stałego, czyli w stanie lodu, staie się gatunkowo lżeyszą, czego dowodzą bryły lodu pływaiące po wodzie; marznąc bowiem zaymuie więcéy mieysca niż w stanie ciekłym, a to z taką mocą, iż naczynia naymocnieysze rozsadza i kamienie, w które zakraść się może, będąc ciekłą: téy nawet siły używaią w północnych kraiach do rozsadzania skał. Przechodząc zaś do stanu rozprężliwego, nierównie bardziéy powiększa ieszcze swoię objętość, tak dalece, iż zaymuie przeszło 1700 razy więcéy mieysca niż w stanie ciekłym będąc. Ta to własność iest przyczyną, iż woda w stanie pary tak wielkie i można mówić zadziwiaiące sprawuie skutki, gdy pomnażaiąc coraz bardziéy przez ogień parowanie wody, nie dozwalamy ulatywać parze na próżno, iak to można widzieć na machinie zwaney *Eolipilem*. Siła ta rozprężania się do takiéy gwałtowności przyiść może, iż naymocnieysze metalowe naczynia z wielkiem niebezpieczeństwem rozrywa. Ta to moc rozprężaiąca pary, iest zasadą sławnych w naszych czasach machin parowych, za pomocą których, iak można tego widzieć u nas przykłady i na pograniczu Szląskiém, ogromne ciężary wody raz wraz wyciągane są z kopalni, które bez nich zalaneby były. Za pomocą to pary używaney w podobnych machinach odbywa się wiele fabryk osobliwie w Anglii, z wielkiém o-

szczę-

szczędzeniem rąk robotników; statki przeciw wodzie, i na morzu pomimo wiatrów nieprzyiaznych żegludze, pędzone bywaią. Naysilnieysza machina parowa, iaką znamy dotąd, iest w Anglii przy kopalniach cyny, która wyrównywa, czyli zastępuie siłę 1010 koni używanych do roboty.

Przy zatrzymywaniu a tém samém i zgęszczaniu pary postrzéga się, iż ta nabiéra nierównie więcéy gorącości, niż zwyczaynie w 80° R., iak widzieliśmy, gdy wolno ulatuie; może bowiem gorącość wody do kilkuset stopni bydź podniesioną, tak iż kości na galaretę roztwarza i mniéy oporne metale topi, iak widzimy w machinie Pappina (digestor Pappini). Do wznoszenia się wody na powietrze niekoniecznie potrzeba wysokiéy temperatury; paruie ona w każdym stopniu, luboć bardzo wolno i nie znacznie, lód nawet sam paruie. Samo wrzenie wody niekoniecznie potrzebuie 80° R., że zwyczaynie w niższym stopniu nie wre, przeszkadza iéy do tego powietrze atmosferyczne, które gdy się odeymie, iak tego doświadczamy w machinie pneumatycznéy, woda wrzéć zaczyna w nierównie niższym stopniu, to iest w kilkunastu a nawet w kilku stopniach nad zerem. Gdy ulotniona w postaci gazowéy woda natrafia ciała zimnieysze od siebie, na tenczas oddaie im swóy cieplik, a sama wróciwszy do stanu ciekłego, zostaie na powierz-

cami

chni ciał, i okrywa one wilgocią. Póki te cząstki zawieszone są w powietrzu blizko powierzchni ziemi, sprawuią ten fenomen, który zowiemy *Mgłą*, a ta w górę wzniesiona, zowie się *Chmurą*. Gdy chmurze odjęty zostanie cieplik dla iakiéykolwiek bądź przyczyny, na tenczas cząstki téy pary połączone z sobą w krople, nie mogąc się utrzymać, iako ciężkie na powietrzu, spadaią na ziemię w postaci *Deszczu*, lub gdy nagle im cieplik odjęty zostanie i w znacznym stopniu, spadaią w postaci *Śniegu* i *Gradu*. *Rosą* zowiemy wilgoć spadaiącą na powrót na ziemię, gdy cząstki téy pary niedoszedłszy ieszcze do téy wysokości, aby mogły utworzyć chmurę, dla zachodu słońca lub innéy iakiéy przyczyny, oziębione zostały.

O *Hygrometrze*. Do oznaczenia wilgoci w powietrzu zamkniętém lub otwartém, co do wielu robot iest potrzebne, używa się takich ciał, które chciwie w siebie wilgoć wciągaią, iakiemi są: strony, włosy, sole rozmaitego gatunku, róg wielorybi, kamienie niektóre i t. p. takowe ciała zowiemy *higrometrycznemi*, z któremi robią się narzędzia zwane *Wilgociomiary* (Higrometra). Na higrometr zwyczaynie używany, pod nazwiskiem Sossiura (Saussure), bierze się włos ludzki iak naymiększy i cienki, dobrze z tłustości wywarzony, który od wilgoci się łatwo po-

dłu-

dłuża a od sucha skraca. Gdy więc ieden koniec iego przytwierdzimy w górze, a drugi dolny przyczepiony będzie do iednego krótszego ramienia igły metalowéy, obracaiącéy się nakształt drążka na mieyscu około swéy osi przytwierdzonéy; drugi koniec téyże igły nierównie dłuższy, nakształt skazówki, wskazywać będzie podnoszeniem się swoiém lub zniżaniem, stopnie suchości lub wilgoci na łuku przydanym, dzielącym się na 100 stopni, gdzie 0 znaczy naywiększą suchość, a 100 naywiększą wilgoć.

O Zimnie i Oziębianiu. Poznaliśmy wyżéy, że iedno i to samo ciało, w tym samym czasie iednéy osobie ciepłém, a drugiéy zimném wydawać się może: to więc co zowiemy zimném lub ciepłém, nie iest bezwzględnem, ale tylko odnosném wyobrażeniem. Zimna przeto nie masz w naturze, tylko ubywanie cieplika z ciał, podobnie iak ciepłem zowiemy przybywanie cieplika. Dla tego mylne było mniemanie tych, którzy twierdzili, iż w tym czasie, gdy czuiemy zimno, zimnik iakiś wchodzi w ciało nasze, podobnie iak cieplik w ciała ogrzewane. Suknie nasze, futra i domy zasłaniaiące nas od zimna, nic innego nie robią, tylko niepozwalaią cieplikowi uciekać z ciała naszego i nas opuszczać; chyba żeby były ogrzane, na tenczas z nich cieplik przechodzi w nas i podwyższa naszę temperaturę. A ieźli lód postawiony

ny na przeciwko termometru, czy to wprost czy za pomocą zwierciadła odbiiaiącego, zniża tenże termometr, to nieznaczy, iżby zimnik z lodu wychodzący oziębia termometr, ale że cieplik układaiący się do równowagi przechodzi z termometru do lodu, opuszczaiąc termometr, który dla tego zniżać się musi.

Różne są sposoby oziębiania ciał i odbiérania im cieplika, tak że można zimno sztuczne robić, iakośmy iuż w części o tém mówili. Nayznakomitszym iest, przemiana stanu stałego na ciekły, lub ciekłego na rozprężliwy. Tak Farenheit zrobił zimno sztuczne 32 stopnie niżéy zera termometru Reomiura, mieszaiąc sól ammoniacką ze śniegiem. Podobnym sposobem można ieszcze większe zrobić zimno mieszaiąc inne sole. Dla podobnych przyczyn można zrobić zimno, używszy drugiéy przemiany stanu, to iest parowania. Zmaczawszy gałeczkę termometru Alkoholem, a ieszcze lepiéy Eterem, gdy ten zacznie ulatywać, termometr będzie się zniżał, a to tém bárdziéy, im to parowanie będzie nagleysze *np.* ułatwiaiąc parowanie przez chwianie termometru. Podobnie można wodę wśród lata oziębić w naczyniu, polewaiąc ie wodą raz wraz, wystawione na gorąco słońca, które powiększa parowanie. Przez parowanie nagłe można wodę pod dzwonem machiny pneumatycznéy, w 8 minutach zmrozić.

Prze-

Przeciwném postępowaniem można ogrzéwać ciała. Tak odmieniaiąc parę na wodę, lub dozwalaiąc iéy padać na ciała zimnieysze od siebie, te się rozgrzéwaią, iakośmy iuż to widzieli zgęszczaiąc parę a osobliwie gazy, te ciepło z siebie wydaią, a nawet tak mocne, iż zapalać mogą: tego piękny przykład mamy na krzesiwku pneumatyczném, gdzie przez ściśnienie gwałtowne tylko powietrza, w pompce małéy za pomocą stępla, hubka wewnątrz osadzona się zapala. Przeciwnie przez rozszérzanie nagłe powietrza, zimno powstaie.

O Sprężytości Gazów i Wyziewów.

Moc prężenia z iaką płyn rozprężliwy opiéra się sile, która iego objętość zmnieyszyć usiłuie, zowiemy Sprężystością bezwzględną (*Elasticitas absoluta*), *która podług praw Mariotta iest proporcyonalną sile naciskaiącéy. Sprężystość może wzrastać lub ubywać w gazach wraz z gęstością przez wzrost lub ubywanie siły naciskaiącéy, albo też przybywanie lub ubywanie ciepła, przez przymieszanie się lub zjstaczanie z niemi obcych wyziewów.*

Gdy dwa płyny rozprężliwe, w równych okolicznościach zostaiące, prężąc na siebie wzaiemnie, są z sobą w równowadze, lub podnoszą w rurce

Merkuryusz do równéy wysokości, może ieden z nich mieć więcéy massy iuż drugi pod równą objętością i przy równéy temperaturze; a stosunek gęstości iego do prężenia, które wywiéra, zowiemy Sprężystością gatunkową (*specifica*). *Sprężystość więc ta iednego płynu będzie większa niż drugiego, gdy piérwszy ma gęstość mnieyszą przy równém prężeniu, albo gdy przy równéy gęstości większe okazuie prężenie. Tak gaz wodorodny w czasie równowagi z powietrzem atmosferycznem, ma blizko objętości* $13\frac{1}{2}$ *razy więcey: tenże sam gaz możnaby zrobić sprężystszym* $13\frac{1}{2}$ *razy, sprowadzaiąc go do objętości tyle razy mnieyszéy, a zatém sprężystość iego gatunkowa ma się w tymże stosunku do sprężystości gatunkowéy powietrza atmosferycznego.*

Nazwawszy przez A *i* a *sprężystości bezwzględne dwóch gazów,* S *i* s *sprężystości gatunkowe,* D *i* d *ich gęstości, a objętości* O *i* o; *będzie podług praw* Mariotta, *iak nam wiadomo:*

$$A : a = D : d = o : O.$$

Kładąc $A = a$ *będzie* $S : s = d : D$, *to iest: gdy siły naciskaiące czyli sprężystości bezwzględne są równe;* sprężystości gatunkowe maią się w stosunku odwrotnym gęstości.

Gdy iest $D = d$ *będzie* $S : s = A : a$, *to iest* sprężystości gatunkowe maią się iak bezwzględne.

Gdy zaś razem i sprężystości bezwzględne i gęstości są nierówne, będzie $S : s = \frac{A}{D} \frac{a}{d} = Ad : aD$,

to iest w stosunku złożonym z prostego sprężystości bezwzględnych, a odwrotnego gęstości.

Wyziewy (vapores) luboć są płynami rozprężliwemi i rozszerzaią się również iak i gazy, maią ntoli niektóre własności różniące ie między sobą. W rurkę barometryczną, napełnioną czystym Merkuryuszem wpuściwszy kroplę wody iak nayczystszey lub inney cieczy, ta wynurzona na wierzch, w próżni łatwo parować zacznie, a rozprężaiąc się zniżać będzie słupek Merkuryuszu. Postawiwszy tę rurkę obok barometru zwyczaynego i do różnych obie temperatur, ale zawsze równych, podnosząc; zobaczymy różnicę między wysokością słupków merkuryuszowych w obóch rurkach, a przewyszka zniżenia się, okaże nam prężenie wyziewów na Merkuryusz w próżni. Tak w temperaturze + 18,75 Cels., Merkuryusz w rurce z wyziewami będzie niżey o 6,2 liniy niż w barometrze. Rozprężanie się Eteru w równych okolicznościach nierównie iest większe.

Różność między gazami i wyziewami zachodzi w tém: że siła naciskaiąca wzrastaiąc, pomnaża sprężystość gazów, w wyziewach zaś nie pomnaża, ale ie sprowadza stopniami do stanu ciekłego. tak dalece, iż można doświadczenia z niemi robić w temperaturach coraz wyższych nad tę, w któréy się porównywanie zaczęło, ale do niższych zstępować nie można. Nadto postrzegamy, iż przy równych

wnych zawsze okolicznościach, przydaiąc coraz więcéy gazów, moc ich sprężystości wzrasta; przydaiąc zaś coraz więcéy cieczy w rurce nad Merkuryuszem do wyparowania, prężenie wyziewów wcale sie nie powiększa: w danéy bowiem przestrzeni i temperaturze nie może się znaydować tylko zawsze pewna i ograniczona ilość wyziewów. Nakoniec wzrastanie mocy rozprężaiącéy przez ciepło iest także różne w tych dwóch gatunkach płynów, przydaiąc tyle wyziewów danéy przestrzeni, ile tylko ich przez podwyższanie temperatury przyiąć może, aż się niémi nasyci. I tak stosunek sprężystości gazów w + 0° i + 100°C iest = 1 : 1,375, podobnie iak i wyziewów, których ilość iest ograniczona; sprężystość zaś wyziewów, przydawanych aż do nasycenia praestrzeni, ma się w tych dwóch głównych punktach = 1 : 150 przeszło, iak okazuie następuiąca tablica Daltona na wyziewy wodne podana, z któréy tu tylko niektóre stopnie i wysokość Merkuryuszu im odpowiadaiącą w calach angielskich kładziemy:

Temperatura na termometrze Celsyusza	Moc prężenia
0,00 — — —	0,200 *cal. ang.* (*)
12,50 — — —	0,435
25,00 — — —	0,910
50,00 — — —	3,500
75,00 — — —	11,250
100,90 — — —	30,000

(*) Cal angielski = 0,9383 cal paryzkich.

O Manometrach.

Do wymierzania mocy prężącey wyziewów używa się także Manometru. Jest to barometr dwuramienny (à siphon), którego ramie krótsze otwarte, wkłada się w banię szklanną, a dłuższe zasklepione podzielone na cale i ich części, wychodzi nad tęż banię; ramieniu otwartemu daie się nierównie większa średnica iak zwyczaynie w barometrze dwuramiennym Deluka. Do téy bani wpuszcza się płyn ciekły brany pod doświadczenie, i wyciąga się z niéy powietrze za pomocą rurki daiącéy iéy kommunikacyą z machiną pneumatyczną; oznaczywszy ilość i prężenie reszty powietrza w niéy pozostałego. W tak wypróżnioném z powietrza naczyniu, wyziewy wydobyte prężą na Merkuryusz, który się podnosi w dłuższém zewnętrznem ramieniu. Nadaiąc téy bani, a tém samem i wyziewom z płynu tworzącym się, różną temperaturę, przez zanurzanie w wodzie lub inny iaki sposób, wysokość podnoszącego się Merkuryuszu w rurce, okaże moc prężącą wyziewów w miarę podwyższaiącéy się temperatury.

Bania ta czasem bierze się większa, tak aby w niéy mogły mieć mieysce dla siebie istoty osobliwie organiczne, brane pod doświadczenie, któréy przydaie się także wewnątrz termometr: istoty te w czasie kładu swego podnosząc lub zniżaiąc słupek Merku-

ryuszu, okazuią wywiązywanie się z nich lub wsiąkanie w nie, wszelkich płynów rozprężliwych, których ilość i natura oznacza się przez szczególne do tego narządzenia i przez stosowanie do nich praw, którym podlegaią gazy mieszaiące się z wyziewami (*). (Zobacz Memoires d'Arcueil Tom 1. — Fizykę Biota T. 1.)

Manometr używa się także od wielu do oznaczenia gęstości powietrza atmosferycznego w różnych czasach, lub warstach, lecz tego skład iest zupełnie odmienny. Jest to bania miedziana lub szklanna, lekka, wydęta, 12 lub więcey calów średnicy maiąca, zawieszona na ważkach czułych, i do równowagi ustanowiona z ciężarkiem pełnym metalowym, iak naymnieyszey, ile bydź może, objętości. Używa się ón do poznania gęstości Atmosfery, czego barometr nie może oznaczyć; sprężystość bowiem gatunkowa powietrza przez ciepło, wilgoć lub chemiczne połączenia, niezmienia się w stosunku gęstości, gdyż barometr w tym razie posłusznym będąc także prężeniu, nie może bydź dostateczną pomocą do odnaczenia gęstości onego.

Wzią-

(*) Sossiur i Berthelet nazwali piérwsi Manometrem narzędzie, iakiego się teraz pospolicie używa do wymiaru siły prężącey lub gazów z niémi zmieszanych; zdaie się atoli, iż stosownieysze iako odpowiadaiące iego przeznaczeniu, byłoby nazwisko *Elaterometer* (sprężystomiar, podług rady Gehlera.

Wziąwszy stan iaki atmosfery za normalny, w czasie zupełnéy równowagi, podług tego iak powietrze staie się gęstszém lub rzadszém, bania ta idzie do góry lub się zniża, iako wypychaiąca więcéy powietrza, a tém samém tracąca więcéy ciężaru swego w stosunku swoiéy objętości do objętości kulki równego z nią ciężaru, a któréy strata w obu razach iest prawie nic nieznaczącą. Lecz gdy natura powietrza iest znana powietrza iest znana, równie iak stosunki iego pierwiastków i prawa rozszérzania się gazów przez podnoszeniu temperatury, zdaie się podług uwagi Bertholeta, wielkich zasług w naukach fizycznych męża, użycie podobnego Manometru iest teraz mniéy potrzebném, umieiąc znaczyć wszelkie odmiany zachodzące w atmosferu przez kombinacyą Termometru, Barometru i Higrometru (*).

ROZDZIAŁ IX.

O *Elektryczności.*

Potarłszy niektóre ciała, iako to: szkło, bursztyn, lak o sukno lub rękę, zobaczymy, iż one drobne kawałeczki papieru, nitki i t. p. przycią-

(*) Manometr bierzé swoie nazwisko od greckiego wyrazu *Manos* rzadki; ale Fuszy (Fouchy), który przydał znaczne do téy machiny poprawy, nazwał ią *Densimetre* (Gęstomiarem).

ciągaią do siebie, a potém odpychaią i znowu przyciągaią. Fenomen ten ma swoię przyczynę ukrytą w szkle, bursztynie, którą sobie wystawiamy iako płyn napełniaiący te ciała, obdarzony siłą przyciągania i odpychania, i który zowiemy *Elektrycznością*, od nazwiska greckiego *electron*, znaczącego bursztyn, ponieważ w nim naypiérwiéy postrzeżona była własność tego płynu.

Nietylko zaś te ciała, są i inne, które potarte wydaią mniéy lub więcéy znaki elektryczności, w innych zaś chociaż potartych żadnych śladów przyciągania, *np.* w metalach, niepostrzeżono; podzielono przeto nayprzód ciała na elektryczne, to iest elektryczność okazuiące za potarciem, i nieelektryczne. Ale ten podział, uznano poźniéy za niedostateczny, ponieważ badania ścisleysze dowiodły, że wszystkie ciała w naturze płyn elektryczny napełnia i z nich wydobywać się może. Przydawszy bowiem nieelektrycznemu talerzykowi rączkę szklanną lub z laku, albo zawiesiwszy go na sznurku iedwabnym, zgoła niedotykaiąc się go ręką, tylko za pośrednictwem ciał tak zwanych elektrycznych, i pod takiemi warunkami potarłszy ie o inne, na ten czas i one okażą elektryczność.

Podobne przeto doświadczenia przekonywaią, że wszystkie ciała maią w sobie płyn elektryczny,

czny, z tą różnicą, iż na iednych się wydobyty płyn utrzymuie, a z drugich przechodzi do innych ciał, które z niemi się stykaią. Nadto postrzeżenia dały poznać, iż ciała nieelektryczne odbieraią tén płyn od drugich, i staią się naelektryzowane, a elektryczne nieodbieraią, albo bardzo nieznaczną ilość, tylko muszą bydź przez tarcie naelektryzowane. Robiąc więcéy podobnych doświadczeń w tym celu, odkryto między ciałami następuiące różnice:

Że ciała iedne potarte zachowuią długo na powiérzchni swoiéy obudzony w nich płyn elektryczny, a drugie oddaią go zaraz innym, z któremi się stykaią.

Że te same ciała, które elektryczność łatwo oddaią innym, łatwo także od innych naelektryzowanych odbieraią, gdy tamte wcale nic albo z wielką trudnością innym odbieraią.

Że łatwo odstępuiące swoiéy elektryczności *np.* metale oddaią ię całą prawie za dotknięciem; drugie zaś z trudnością przewodzące, *np.* szkło, bursztyn naelektryzowane przez potarcie, w tém tylko mieyscu oddaią, w którém są dotknięte.

Że nakoniec szkło, bursztyn i im podobne ciała, nietylko nieoddaią swoiéy elektryczności, ale nawet metale naelektryzowane na nich, położone zachowuią dosyć długo w powietrzu suchém elektryczność na swoiéy powiérz-

chni: a ten sposób używany do zatrzymania tego płynu w ciałach łatwo go oddaiących, zowie się *odosobnianiem.*

A tak przez wzgląd na te własności różne, nieprzepuszczania i nieprzyimowania lub łatwego przepuszczania płynu elektrycznego, ciała dzielą się na dwa gatunki: iedne odosobniaiące zowią się *złemi*, a drugie przesyłaiące łatwo, *dobremi przewodnikami* (conductores), podobnie iak w nauce o ciepliku widzieliśmy ciała podzielone na dobre i złe przewodniki.

Do złych przewodników elektryczności należą: wszystkie szkła, powietrze suche, drzewo mocno przez ogień wysuszone, bursztyn, siarka, kamienie drogie, istoty suche organiczne po większéy części, skóra, piérze, włosy, iedwab, rogi, oleie tłuste; wszelkie żywice, lak, Gummilak i inne.

Dobremi przewodnikami są szczególniéy metále wszystkie, woda, węgiel, zwiérzęta i rośliny w stanie życia będące. Do tych przydaią ieszcze ciała półprzéwodnie, iakiemi są: marmur, alabaster, kość słoniowa, pargamin, drzewo w zwyczaynym swoim stanie i t. p.

Machina elektryczna, Po tym wywodzie i podziale ciał łatwo zrozumiéć skład machiny elektrycznéy, która się składa z trzech głównych części: szkła lub innego złego przewodnika, któ-

ry

ry się trze; poduszek, które trą, i konduktora, w którym się zgromadza płyn elektryczny. Szkło bywa w kształcie bani, walca lub tafli, która im większéy iest średnicy, tém większy skutek wyda; osadza się na dwóch biegunach, na których się obraca. Obok tego szkła przyprawiaią się na sprężynach z każdéy strony po dwie poduszki wysłane szérścią, aby tém lepiéy przylégały do powiérzchni szkła, pokryte skórką, w którą wciéra się Amalgam z 2 części Merkuryuszu, 1 cyny a 1 Zynku. Na konduktor bierze się ciało będące dobrym przewodnikiem, pospolicie walec mosiężny polerowany i iak nayrównieyszy, objętości odpowiadaiącéy wielkości tafli. Konduktor powinien bydź odosobniony, to iest osadzony na nożkach szklannych pociągnionych pokostem, a to dla niezatrzymowania wilgoci na powiérzchni, i nieprzepuszczania płynu do ciał przyległych, albo do ziemi, która się zowie *składem ogólnym* elektryczności: przeciwnie zaś poduszki powinny bydź tak osadzone, aby maiąc związek ze składem ogólnym, mogły bydź także czasem odosobnione, gdy tego potrzeba.

Obracaiąc tafię za pomocą korby, powiérzchnia iéy trze się o poduszki amalgamowane, a elektryczność wydobyta zbiera się w konduktor, którego końce kolcami opatrzone, bardzo blizko mieysc tartych są osadzone. Tak w konduktorze

zgro-

zgromadzona elektryczność w znaczney ilości, okazuie następuiące skutki:

Wydaie światło, a przytknąwszy zgięty palec odbieramy iskrę znaczney wielkości, która mocno uderza.

Zawieszoną kulkę korkową na iedwabney nitce przyciąga a potém odpycha, która ieżli uderzy o dobry przewodnik, iakim iest między innemi nasza ręka, znowu wraca do konduktora i znowu odepchnięta uderzaiąc, powtarza to samo tyle razy, aż elektryczność wyczerpaną zostanie. Gdy zaś ta kulka zawieszoną iest na nici lnianey, raz przyciągniona, zostanie przy konduktorze.

Zbliżaiąc rękę a szczególniéy twarz, czuiemy iak gdyby paięczyną była powlékana i włosy na głowie powstaią. Przy wypadaniu mocnych iskier czuć się daie zapach fosforyczny. Przybliżaiąc zapaloną świécę widzimy wiatr wychodzący z konduktora odpychaiący płomień, a który nawet ręce zbliżoney czuć się daie.

Za pomocą machiny elektrycznéy robić można niezliczone ciekawe i interesuiące doświadczenia. Przez ściągnienie iskry zapala się spiritus mocny, Eter, Nafta, obraca się kółko elektryczne, dzwonki same przez się biią. Można także na tafli szklannéy wyrabiać z kwadracików papiéru metalowego, różne figury, któ-

których gdy ieden koniec przytknie się do konduktora, drugi w ręce trzymaiąc, cała figura zostanie oświéconą. Franklin tłómaczy te skutki elektryczności w następuiący sposób:

Szkło trąc się o poduszkę odbiéra iéy elektryczność, którą ona sobie wynadgradza ściągaiąc z ziemi, i dla tego to w czasie elektryzowania machiny, poduszkom się daie kommunikacya ze składem ogólnym; z drugiéy strony konduktor złożony z dobrego przewodnika przez swoie pręciki, odbiéra ią szkłu i zgromadza na swoiéy powiérzchni, a z téy dopiéro przechodzi do ciał zbliżonych, które iéy niémaią. Konduktor przeto podług niego iest w stanie dodatnym, poduszki zaś, gdyby były odcięte od składu ogólnego, zo stałyby w stanie odiemnym.

Sypiąc na konduktor trociny, te z początku przyciągane, a potém odpychane i na wszystkie strony są rozpryskiwane. Gdy stoiący na stołeczku odosobnionym, to iest maiącym nożki szklanne, dotyka się konduktora, włosy iego podnoszą się i oddalaią od siebie. Doświadczenia te uczą nas, że cząstki elektrycznego płynu odpychaią siebie wzaiemnie, a z niémi razem i cząstki ciał niespoionych z sobą odrzucane bydź muszą. Połączywszy te doświadczenia z teoryą Franklina łatwo nam teraz będzie wytłómaczyć, dla czego kulka korkowa na nici iedwabnéy zawie-

szo-

szona, skacze na przemiany między konduktorem a ręką nadstawioną, oddawszy bowiem ręce wziętą z konduktora elektryczność, bywa znowu od niego przyciągnioną; zawieszona zaś na nici lnianéy i raz przyciągniona zostaie przy konduktorze, gdyż elektryczność ciągle przez nić i rękę przechodzi do składu ogólnego.

Zastrzegliśmy w składzie machiny, aby konduktor był dobrym przewodnikiem i miał iak naygładszą powiérzchnią; ciała bowiem spiczaste, wszelkie ciał chropowatości nawet, nici maią tę własność, że ściągaią z daleka elektryczność i odbiéraią onę ciałom naelektryzowanym, tak że to nawet postrzédz się nie daie, jak odbiéraią, podobnie i z równą łatwością oddaią ią innym ciałom: czego łatwe iest doświadczenie, zatkawszy kolec, trochę bawełny lub nici na konduktorze elektryzowanym, albo też zbliżaiąc podobnież ciałka do konduktora, wyciągać będziemy z niego płyn cały, tak że go naelektryzować nie można. Wszelkie zaś chropowatości na powiérzchni ciał, nie są co innego, tylko kolce drobne w wielkiéy ilości rozsadzone po iego powiérzchni i dla tego naelektryzować go trudno.

O *Przyciąganiu się i odpychaniu cząstek elektrycznych.* Z pomiędzy doświadczeń elektrycznych szczególniéy iest zastanawiaiące i ważne następuiące:

Zły

Zły przewodnik iakikolwiek osobno brany i potarty, statecznie przyciąga do siebie kulkę na iedwabiu zawieszoną i potém ią odpycha, lecz maiąc dwa złe przewodniki iak *np.* szkło i żywica, osobno każdy potarty i naelektryzowany, kulka odepchnięta od iednego, przyciągnioną zostanie od drugiego i nawzaiem; a zawiesiwszy ią między, podobne dwa naelektryzowane nieprzewodniki, kulka na nici iedwabnéy zawieszona raz w raz od szklannego do żywicznego i nawzaiem od żywicznego do szklannego przeskakiwać będzie, chociaż oba są złemi przewodnikami. Nadto odosobniwszy poduszki, gdy konduktor iak zwyczaynie zostanie naelektryzowany, w tym czasie i poduszki także będą naelektryzowane, ale z tą osobliwością, że kulka na nici iedwabnéy odepchnięta od konduktora zostanie przyciągniona od poduszek lub od walca metalowego przy nich będącego; i nawzaiem, odepchnięta od poduszki przyciąganą będzie od konduktora naprzemian, póty, aż cała elektryczność wyczerpaną zostanie.

Te i tym podóbne doświadczenia były powodem do mniemania, że musi bydź dwoiaka elektryczność: iedna *szklanna*, druga *żywiczna*. A tak zrodziły się dwa systemata główniejsze czyli dwa sposoby tłómaczenia fenomenów elektrycznych: Franklina i Diufeja (Du Fay) czyli Symmera. Piérwszy, iakośmy iuż po części po-

znali,

znali, kładzie za zasadę, że tylko iest ieden płyn elektryczny we wszystkich ciałach zawsze i stałecznie, który wydobywać się z nich przez tarcie lub inne sposoby i zgromadzać może, a tak zgromadzony na wzór innych płynów, układaiąc się do równowagi rozléwa się po innych ciałach. Jedne przeto ciała mogą mieć go więcéy, a drugie mniéy, niż w stanie swoim naturalnym, czyli piérwsze są w stanie dodatnym, a drugie w odiemnym. Mniemanie zaś Symmera na tém zależy: że płyn elektryczny w stanie swoim naturalnym zostaiąc w ciałach, nie wydaie żadnych skutków elektrycznych, a w ten czas iest złożony z dwóch gatunków zjstoczonych z sobą, to iest płynu szklannego i żywicznego, które przez tarcie dopiéro oddzielaią się od siebie. Dwa te płyny usamowolnione, każdy oddzielnie *np.* szklánny wydaie skutki, które zowiemy elektrycznemi, i każdy odpycha swóy iednogatunkowy, to iest szklanny, a chciwie się łączy z różnogatunkowym, to iest żywicznym, przyciągaiąc nawet ciała nim naelektryzowane, aż połączone i zjstoczone z sobą, wrócą do stanu naturalnego. Gdy zaś ieden z nich *np.* szklanny z konduktora zdaie się przechodzić do palca zbliżonego, nic innego się nie dzieie w tenczas, tylko że tenże płyn w większéy ilości będący, iako dzielnieyszy, rozkłada płyn elektryczny natu-

turalny palca i łączy się z różnogatunkowym, to iest żywicznym, a iednogatunkowy czyli szklanny odpycha do składu ogólnego (*).

Dwa te gatunki elektryczności, nie tylko tém się odróżniaią, że się chciwie łączą z sobą, ale ieszcze kształtem światła, które wydaią w ciemnościach. I tak światło, które wydaie $-E$, iest w kształcie punktu światłego; światło zaś $+E$, iest żywsze i w kształcie snopka nastrzępionego. Różność ta światła widzieć się wyraźnie daie w ciemności, raz zbliżaiąc kolec metalowy do konduktora maiącego $+E$, drugi raz, gdy zatkawszy kolec ten w konduktor, zbliżać będziemy rękę, lub inny kolec ku niemu.

O *Natężaniu Elektryczności.* Elektryczność zgromadzona na konduktorze, ma w około siebie atmosferę swoię daléy się rozciągaiącą niż iskra doleciś z niego może, iak to widzieć można po ruszaniu się małych papiérków lub bawełny, znayduiących się w blizkości machiny. Odległość, w któréy iskra z konduktora do palca dolecić może, zowiemy *odległością dolotną* (di-

(*) Elektryczność dodatna Franklina odpowiada elektryczności szklannéy Symmera, a odiemna żywicznéy. my dla krótkości wyrażać możemy szklanną przez $+E$, a żywiczną przez $-E$, elektryczność zaś w stanie swoim naturalnym czyli nierozłożoną przez $\pm E$.

(distantia explosiva), a granice téy atmosfery, w któréy elektryczność na dalekość działać może, bez wydawania iskry, zowie się *Sphaera activitatis* (Obręby działalności). Atmosfera ta rozciąga się nie tylko przez powietrze, ale przez wszelkie inne ciała nawet nieprzewodnie, *np.* szkło, lubo nie tak daleko. Własność ta podała sposób natężania płynu elektrycznego. Na ten koniec bierze się tafla, słóy lub butelka, iaką nam wystawia fig. 30, ze szkła lub innego ciała nieprzewodniego, wykładaią się iéy obie powiérzchnie ciałem przewodniém *np.* listkami cyny czyli staniolem, lub papiérem metalowym, zostawuiąc brzegi wolne na 2 lub 3 cale, pociągnione lakiem przeciwko wilgoci; a wewnątrz zamiast wylepiania nasypać można także opiłek metalowych. Tak przygotowane szkło przytyka się powiérzchnią wewnętrzną wylepioną, wprost lub za pomocą gałeczki do konduktora i elektryzuie się, dawszy kommunikacyą powiérzchni zewnętrznéy ze składem ogólnym. Płyn w tych powiérzchniach do wysokiego stopnia może bydź natężonym, to zaś dla następuiącéy przyczyny: $+E$ odbiérana z konduktora, zgromadzaiąc się na iednéy powiérzchni dotykaiącéy się, *np.* wewnętrznéy, działa przez szkło na zewnętrzną rozkłada iéy płyn ściąga i więzi $-E$, odpychaiąc $+E$ do składu ogólnego. Gdy więc

tak

tak naelektryzowanych przeciwnemi płynami obu powiérzchni razem się dotkniemy, zaczynaiąc od zewnętrznéy, elektryczność z gwałtownością przechodzi z iednéy do drugiéy, i mocne wstrząśnienie zrobi w obu rękach, osobliwie łokciach; i to iest to, co zowią *Uderzeniem elektrycznem.* Szkła w ten sposób narządzone zowią się *szkłami leydeyskiemi*, w których, gdy się płyn w znaczney obfitości zgromadzi, częstokroć dziurawi szkło i przechód sobie sam robi z iednéy powiérzchni do drugiéy.

Chcąc uniknąć tego uderzenia, używa się narzędzia zwanego *Excytatorem.* Jest to łuk koła metalowy we środku składany tak, iż końce swoie rozszérzać lub zbliżać może, w środku odosobniony, czyli maiący rękoieść szklanną, za którą bez niebezpieczeństwa trzymać można, rozbraiaiąc butelkę leydeyską; elektryczność bowiem zawsze krótszą drogą i po lepszych tylko przewodnikach przechodzi.

Wystrzał i uderzenie tém iest mocnieysze, im od większéy machiny iest szkło nabite i samo ma więcéy powiérzchni. Dla tego to pospolicie biorą tafle wielkie albo téż bierze się kilkanaście lub kilkadziesiąt słojów tak wylepionych, iakośmy widzieli, których powiérzchnie zewnętrzne z sobą, a wewnętrzne osobno z sobą za pomocą prętów metalowych są połączone, tak

iż wszystkie razem wzięte mogą bydź uważane, iako składaiące dwie powiérzchnie zewnętrzną i wewnętrzną, z których, gdy są naelektryzowane, iedna zawierać będzie $+E$, a druga $-E$. Zbiór takowy szkieł zowie się *bateryą elektryczną*, która tak się nabiia iak i słóy poiedyńczy.

Za pomocą bateryi dopiéro można robić skutki wielkie, iako to: można przedziurawić kilkadziesiąt kart razem złożonych, topić dróty metalowe, zapalać rzeczy palne, zabiiać zwiérzęta; iednakże w używaniu podobnéy bateryi ostrożność zachować trzeba, gdyż odebrane iskry tak wielkie, mogą bydź bardzo zdrowiu szkodliwe.

Elektroskopy. Na téy własności płynu elektrycznego, że cząstki iednogatunkowe odpychaią się a różnogatunkowe przyciągaią, zależą narzędzia zwane Elektroskopami. Są to buteleczki zatkane metalowym korkiem, od którego wewnątrz są spuszczone na nitkach kuleczki z rdzenia bzowego iak w Elektroskopie Cavallo, albo dwa wązkie listki złote iak u Benneta, albo dwie słomki *cd*, *ce*, iak w Elektroskopie Wolty (fig. 31.) z łukiem *ab* pódzielonym na stopnie na powiérzchni flaszy oznaczonym. Za pomocą tych Elektroskopów nietylko ilość drobna elektryczności, ale nawet gatunek onéy się wyśledza. Dotknąwszy się bowiem gałeczki o Elektroskopu, ciałem bardzo mało *np.* $+E$ maiącém; słomki lub nitki się rozey-

zeydą: do tak rozchodzących się, zbliżaiąc ciało inne maiące + *E*, te słomki ieszcze się bardziéy rozchodzić będą, zbliżaiąc zaś — *E np.* lak potarty, te schodzić się będą, a tém samém oznaczony zostanie gatunek danéy elektryczności.

Elektrofor. Wylawszy talérz metalowy *AB* (fig 32.) żywicą iak nayrówniéy lub inném ciałem nieprzewodniém, a drugi metalowy lub metalem tylko pokryty krążek *C*, mnieyszéy o cal przynaymniéy średnicy, zawiesiwszy go na iedwabnych sznurkach lub opatrzywszy rączką szklanną *D*, będziemy mieli wszystko, co do zrobienia Elektroforu potrzeba, to iest: *Talérz*, *Pokład* żywiczny i *Wieko*. Natrzepawszy pokład żywiczny na talérzu *AB*, skórką kocią lub liściem ogonem, a ieszcze lepiéy, cokolwiek wprzódy ogrzawszy, gdy się przyłoży wieko *C* na pokład żywiczny, i dotkniemy się palcem iednym wieka a drugim talérza, odbierzemy iskrę: lecz gdy potém, wziąwszy za rączkę, podniesie się toż wieko w górę, za dotknięciem wyda drugą iskrę. Położywszy znowu wieko na pokładzie a potém podniosłszy, znowu dwie iskry odbierzemy, tak iak piérwiéy. Podobne iskry można odbiérać bez liczby nietylko iednego dnia ale do kilku dni nawet lub tygodni: i dla tego to podobna machinka odebrała nazwisko *Elektroforu*, to iest Elektryczność noszącéy.

Przy-

Przyczyna tego fenomenu iest łatwa do zrozumienia, podług tego cośmy wyżéy mówili. Elektryczność żywiczna wzbudzona w pokładzie przez tarcie, działa na $\pm E$ naturalną wieka, rozkłada ią odciągaiąc i wiążąc $+E$ a zostawuiąc wolną $-E$; dwie zaś powiérzchnie gładkie i tak wielkie iak pokładu i wieka, z których iedno iest ciałem przewodniém a drugie nieprzewodniém, dotykaiąc się nawet siebie, nieodbiéraią sobie elektryczności. Lecz dotknąwszy się palcem wieka, odbiéramy usamowolnioną $-E$; gdy zaś podnosimy wieko, $+E$, która tylko była związana ale nieodebrana, znowu staie się wolną, i znowu drugą iskrę odbiéramy dotykaiąc się. Gdybyśmy zaś położywszy wieko na pokładzie i niedotknęli się go, tedy to podniesione za rączkę, niewydałoby iskry; co znaczy, iż, luboć elektryczność rozłożoną została w wieku, nie będąc odebraną, za podniesieniem wieka znowu wróciła do swego stanu naturalnego $\pm E$.

Kondensator bierze nazwisko swoie stąd, że służy do zbiérania drobnych ilosci płynu elektrycznego i zgęszczania onych do tego stopnia, że piérwiéy osobno niedostrzeżone, zebrane, okażą skutki przyciągania lub odpychania. Kondensator w składzie swoim a po większéy części i co do teoryi swoiéy, podobny iest do Elektroforu,

foru, z tą różnicą, że zamiast talérza wylanego żywicą, robi się *posada* (basis) *AB* (fig. 33.) z ciała półprzewodniego *np.* z marmuru maiącego powiérzchnią dobrze wypolerowaną, na którym kładzie się podobnież *wieko C* czyli *talérzyk* cokolwiek od niéy mnieyszy, metalowy wygładzony z rączką szklanną *D*, z lub 3 cale średnicy maiący. Gdy tak położony talérzyk dotknie się iakiém ciałem maiącém w sobie ilość iak naydrobnieyszą *np.* $+E$, ta wchodzi w niego i działa na elektryczność posady marmurowéy, rozkłada ią, przyciągaiąc i wiążąc $-E$, ta zaś nawzaiem działa na $+E$ wieka C, wzaiemnie się trzymaiąc; uwolniona zaś $+E$ z posady *AB*, przechodzi do składu ogólnego. Gdy się to powtórzy kilka lub więcéy razy, za każdą razą utkwi w *C* ilość nowa $+E$, tak że zdięte wieko, albo wyda małą iskierkę, albo przynaymniéy listki Elektroskopu oddali od siebie. Zamiast posady z ciała półprzewodniego, można ią zrobić z metalu, ale na ten czas powiérzchnią iego, równie iak i wieka, pociąga się lekkim pokostem, lub téż dla przeszkodzenia przechodowi, wkłada się pomiędzy nie kitayka gumowana, przez którą gatunki elektryczności, mogą na siebié wzaiemnie działać, ale nie przechodzić.

Można także razem, iak Wolta zrobił, połączyć kondensator z Elektroskopem, a to w ten

sposób: Przytwierdza się na mieyscu gałeczki *a* (fig. 31.) talérzyk *AB* kondensatora, iak widzieliśmy na fig. 33, na szyice Elektroskopu, przydaiąc do tegoż talérzyka małą gałeczkę na bok spadaiącą, a od wieczka *C* kondensatora daie się kommunikacya do składu ogólnego, nietykaiąca krążka *AB*. Dotyka się ta nowo przydana gałeczka spodniego krążka *AB*, ciałem przynoszącém elektryczność, a po kilku razach gdy się odeymie wieko za pomocą rączki *D*, słomki Elektroskopu się rozeydą, a tak razem ilość i gatunek Elektryczności oznaczyć można.

O Konduktorach piorunowych. Nieśmiertelny Franklin porównywaiąc własności płynu elektrycznego z własnościami piorunów, postrzégł w nich te same skutki, wielkością tylko od siebie różne, to iest: że iskry w obu razach maią bieg wężykowaty, że palą ciała zapalne, topią, uderzaią w dobre przewodniki, że inne ciała dziurawią, kaléczą lub zabiiaią ludzi i zwiérzęta, że nakoniec z płynem elektrycznym ściągnionym z chmur te same doświadczenia można robić co i z elektrycznością machiny. Szczególniéy zaś zastanawiaiąc swoię uwagę nad tą własnością, że elektryczność ściągać się daie z daleka, za pomocą ciał kończystych i bez żadnego niebezpieczeństwa, iak w iednym tak i w drugim razie; wpadł na tę myśl, że można mieszkania od piorunu-

nów uchronić, stawiaiąc na nich kończyste pręty, obwarowawszy dla nich nieprzerwaną kommunikacyą z ziemią.

Domysł ten iego zatwierdziły wszelkie doświadczenia: robiono domki małe do podobnych doświadczeń z naylepszym skutkiem i od połowy prawie przeszłego wieku zaczęto opatrywać domy konduktorami. W stawianiu onych potrzeba iednakże dadź wielką baczność, aby przez zaniedbanie i przerwanie kommunikacyi ze składem ogólnym, więcéy niezaszkodzić niż pomódz. Części konduktora powinny bydź iak nayściśléy z sobą spoione i bez przerwy, koniec czyli wierzchołek sam powinien bydź z metalu, któryby nierdzewiał *np.* z platyny lub miedzi pozłacanéy; wyniesieniem swoiém przenosić powinien naywyższe części domu, a koniec spodni iego powinien bydź wpuszczony do wody, lub opatrzony cienkiemi pręcikami na wszystkie strony, nakształt korzonków rozchodzącemi się. Tak urządzone konduktory, działanie swoie do 30 stóp na około rozciągać mogą, a zatém dosyć będzie, gdy ieden od drugiego o 30 łokci będzie postawiony. Zdarzało się, iż pioruny uderzały czasem w same nawet konduktory i topiły one, ale to pochodzi od zbytecznie przewyższaiącéy ilości i ogromnéy massy tego płynu, którego ten nadto mały pręt z daleka nawet ściągaiąc, objąć nie

mógł: takowe przeto przypadki nie naruszaią w niczém teoryi i użytku konduktorów.

O innych sposobach wydobywania Elektryczności. Widzieliśmy, że ciała mogą bydź naelektryzowane przez tarcie i przez rozkład tego płynu, który się dzieie albo przez ściągnienie iskry, albo przez znaydowanie się w obrębach działalności. Lecz są ieszcze inne sposoby elektryzowania, iako to, przez ściskanie mechaniczne, przez rozkład chemiczny ciał, są nakoniec takie ciała, które się elektryzuią przez rozgrzania. Tak między innemi Tumialin kamień, gdy iest rozgrzany między + 30° a 80° R., zostaie naelektryzowany w ten sposób, że ieden koniec iego ma + *E*, a drugi — *E*. Lecz naybardziéy zastanawiaiący iest sposób wydobywania się płynu elektrycznego przez proste stykanie się ciał różno gatunkowych, a szczególniéy metalów z sobą; płyn w tym razie wydobywany, nazwany został *Galwanizmem*, od nazwiska Galwaniego, Professora Bonońskiego, który piérwszy postrzegłszy płyn ten w udach żab zabitych, sądził w początkach, iż iest płynem oddzielnym, zwiérzętom tylko właściwym. Przez swoie doświadczenia pobudził wszystkich Fizyków do doświadczeń, aż nakoniec cała rzecz przez sławnego Woltę, tak iak iest teraz, wyiaśnioną została.

Wziąwszy dwa krążki metalowe kilka calów śre-

średnicy maiące, a szczególniey z zynku i srebra lub miedzi, z rękoieściami szklannemi i zetknąwszy ie z sobą bez żadnego nawet tarcia, a potém tak odosobnione odeymuiąc od siebie równolegle, zynk nabierze $+E$ a miedź $-E$. Zetknięcie to powtórzywszy kilka razy, dotykaiąc się za każdą razą kondensatora, zebrać można znaczną ilość tego płynu i cznaczyć gatunek iego. Składaiąc więcéy par tabliczek moc płynu się powiększa; lecz żeby przechodził z iednéy pary do drugiéy, trzeba używać pośrednictwa ciał wilgotnych, które są przewodnikami do przesyłania płynu galwanicznego. (*)

W układaniu kolumny galwaniczney stateczne ten sam zawsze trzeba porządek zachować:

gdy

(*) Teoryi Wolty dwa są główne doświadczenia albo, iak ón ie zowie, równowagi: raz gdy dwa metale różno gatunkowe zetknione, podzielaią elektryczność w równéy ilości między siebie, z których ieden bierze $+E$, drugi $-E$, drugi raz gdy trzeci przyidzie téy saméy natury, co piérwszy, elektryczność nie przeydzie do trzeciego, tylko za przełożeniem pomiędzy niémi przewodnika wilgotnego; na tenczas ten sam płyn drugiego układa się do równowagi w 2gim i 3cim krążku, ale piérwszy musi tém więcéy przyciągać do siebie płynu ze składu ogólnego na wynadgrodzenie, tego który odstępuie wyższym krążkom.

gdy się zaczyna od miedzi, powinny bydź: Miedź, Zynk, wilgotny przewodnik; *MZW MZW* i t. d. iak na figurze 34 widzimy; tak dalece, iż ieźli zaczyna się u spodu kolumna od miedzi, skończyć się powinna w górze na zynku i przeciwnie. Wilgotnemi przewodnikami zowią się wszelkie wilgoci, ale te różne dobiéraią się podług różności metalów, któreby się od nich mocniéy zakwaszały. Tak tabliczki miedzi i zynku przekładaią się płótnem, suknem cienkiem lub cienką tekturą znaczaną w roztworze soli amoniackiéy, inne zaś maczaią się w kwasie saletrzanym rozcieńczonym, w roztworze soli kuchenney i t. p. Z przydawaniem liczby par tabliczek dzielność kolumny się natęża, ale gdy iest nieodosobniona spodni koniec będzie miał *o*, a zwierzchni koniec stopień naywyższy. Gdy zaś iest odosobniona koniec maiący zynk, będzie miał $+E$, a drugi kończący się na miedzi, będzie miał $-E$ w równéy mocy: a od tego płynu, końce kolumny wierzchni i spodni, zowią się ieden *biegunem dodatnim*, a drugi *odiemnym*, czyli tamten *zynkowy* a ten drugi *miedziany*.

Gdy iest par 50 tabliczek iuż można otrzymać znaczne skutki, których chcąc doświadczać maczaią się ręce w tymże płynie i iedną ręką dotyka się ieden biegun, a drugą drugi; w tenczas czuiemy ciągłe drętwienie i trzęsienie w członkach

kach naszych rąk, póki się tylko trzyma. Lecz są takie kolumny, które maią do 2000 par tabliczek, iaka iest w Londynie, a w tenczas ogień strumieniem się leie z iednego bieguna do drugiego, gdy się zbliżą do siebie, topi metale, zapala, rozkłada wodę, potasz i inne ciała. Za pomocą kolumny galwanicznéy można butelkę leydeyską napełnić i wszystkie skutki otrzymać iak z butelek leydeyskich, końce zbliżone biegunów daią iskry, zapalaią, zawieszone drobne ciałka na końcach przyciągaią się: a to wszystko służy za dowód, że płyn galwaniczny iest téy saméy natury co i elektryczny.

O *Rybach elektrycznych.* W naturze znayduią się ryby, które dotknięte podobne wstrząśnienie sprawuią, iak płyn elektryczny; takiemi są: *Trętwik* (Raia torpedo) znayduiący się w morzu śródziemném i baltyckiem, *Węgorz Surynamski* (Gimnotus electricus) w Ameryce, *Sum elektryczny* (silurus electricus) w Nilu i inne. Ryby te póki tylko żyią, wydaią z siebie elektryczność i sprawuią to wstrząśnienie; wywieraią tę moc swoię o kilkanaście stóp odległości, na ryby lub inne zwierzęta razem z niemi będące w wodzie, które tak ogłuszone łupem się ich stają. Dotknione przewodnikiem wydaią elektryczność, a niedziałaią na ciała nieprzewodnie: robiono doświadczenia z kilką nawet osobami, z których

pier-

piérwsza dotknęła się głowy a ostatnia ogona ryby, a wszystkie tak połączone z sobą osoby odebrały wstrząśnienie.

Rozbiérano ie i znaleziono w nich organ nieznayduiący się w innych, który składać się ma z komórek zamkniętych z obu końców błonkami, napełnionych istotą podobną do galarety, których iedna podstawa opiéra się o zewnętrzną, a druga o wewnętrzną stronę skóry. Podobne naczynka coraz zmnieyszaiąc się, rozciągaią się wzdłuż głowy aż do ogona. Zastanawiaiąc się nad temi komórkami, ich układem i następstwem po sobie, nie można nie uznać podobieństwa bardzo zbliżonego do składu kolumny galwanicznéy.

ROZDZIAŁ X.

O *Magnetyzmie.*

Magnes iest to gatunek kruścu żelaznego, maiącego własność przyciągania żelaza. Znayduie się ón w Szweeyi, Syberyi, Węgrzech, Saxonii i wszędzie prawie w bogatych kopalniach żelaza. Wydobyta minera przyciągaiąca żelazo nazywa się *Magnesem naturalnym*; żelazo bowiem i stal namagnesowana nabiéra także własności przyciągania żelaza, i zowie się *Magnesem sztucznym*, iak niżéy zobaczymy.

Nie w każdém mieyscu magnes ma równą moc

moc przyciągania, szczególniéy w niektórych tylko punktach, których pospolicie miéwa dwa, a które zowiemy *biegunami*. Posypawszy opiłki żelaza i wstrząsnąwszy cokolwiek, postrzegamy, że te opiłki w niektórych tylko punktach przylgną i zostaną niewzruszone, i takie to punkta są biegunami. Oznaczywszy te mieysca, obcina się minera, zostawuiąc po brzegach te punkta: po czém z iednéy i drugiéy strony okłada się żelazem w kształcie węgielnicy, któréy iedno ramie dłuższe, zaymuie wysokość iego, a drugie pod spodem krótsze, nakształt stopki zachodzi na kilka liniy. Okładziny te ściskaią się obręczami mosiężnemi przydaiąc u góry kółko mosiężne dla zawieszania, a u spodu kawałek żelaza, zwany kotwiczką, przydaie się z haczykiem dla zawieszania ciężarków, a to się zowie *Uzbroieniem Magnesu*.

Rozsypawszy opiłki na papiérze i dotknąwszy ich biegunem magnesowym, te przylgną do niego nakształt franzli, a wszystko co w nich nie będzie żelazem, ale innym metalem lub ziemią, zostanie na papiérze. Pływaiący kawałek żelaza po Merkuryuszu lub opiłki żelazne w papiérku po wodzie, zwracać się będą w każdą stronę, z któréy magnes trzymany będzie. Nietylko zaś żelazo tak posłuszne iest magnesowi, lecz i magnes pływaiący po wodzie, na korku osadzony,

zwra-

zwraca się zá żelazem i iest nawzaiem zarówno od żelaza ciągniony.

Magnes ciągnie żelazo nietylko w dotykaniu, ale i w odległości, a co większa nawet przez środkuiące ciała pomiędzy niémi a żelazem, iak to widzieć można rozsypawszy opiłki na papiérze, stole, szkle lub metalu iakim, pod któremi ciągnąc magnes, opiłki powstawać będą w tych mieyscach, pod któremi się on znayduie i pochylać w te stronę, w którą się posuwa.

Prócz własności przyciągania żelaza odkryto w nim drugą własność zwracania zawsze iednego punktu przyciągania ku północy, a drugiego ku południowi, gdy mu się nada kształt przyzwoity i osadzi tak, aby mógł wolno pływać po wodzie; a od tego nádano tym punktom magnesu nazwisko *biegunów*. Własność ta odkryta w nim, ieszcze na początku XV. wieku, dała początek *Igle magnesowéy* czyli *bussoli*, któréy żegluga tyle winna.

O iednoimiennych i różnoimiennych biegunach. Postrzeżono wkrótce, iż nietylko magnes przyciąga żelazo i od niego wzaiem iest przyciągany, ale nawet ieden magnes przyciąga drugi, lecz także w pewném położeniu ieden odpycha drugi; a to w tym sposobie, że oznaczywszy w dwóch magnesach bieguny zwracaiące się na północ *np.* przez *N*, á zwracaiące się na południe przez *S*

lub

lub przez inne iakiekolwiek znaki, oba bieguny północne lub oba południowe zbliżone do siebie odpychaią się statecznie, lecz *N* z *S* wzaiemnie dążą ku sobie i przyciągaią się. Ogolnie mówiąc: Bieguny *iednoimienne N* z *N* lub *S* z *S* odpychaią się, a różnoimienne się przyciągaią statecznie.

O Magnesach sztucznych. Każde żelazo zostaiąc nieiaki czas przy magnesie, a ieszcze bardziéy nim potarte, staie się sztucznym magnesem, z tą tylko różnicą, że miękkie żelazo nabiéra prędzéy magnetyczności, ale téż ią i prędzéy utraca; gdy stal przeciwnie trudniéy się magnesuie, ale téż i utrzymuie dłużéy. Chcąc żelazo namagnesować dokładnie, trzeba zachować niektóre przestrogi, magnesuie się zaś iednym, albo dwoma razem pociéraiąc ie magnesami; stąd magnezowanie iest albo *poiedyńcze* albo *podwóyne*.

Położywszy poziomo i umocniwszy sztabik *AB* (fig. 35.) dany do magnesowania, pociąga się po nim biegunem którymkolwiek magnesu. Daymy, że w magnesowaniu poiedyńczém sam ieden tylko magnes *DE*, biegunem południowym *S*, ciągnie się w kierowności *BA*, zaczynaiąc od *B*; w końcu przeto *A* w którym się odeymuie, podnosząc go pionowo do góry, wzbudzony będzie północny, iako różnoimienny, a zatém w

dru-

drugim końcu B, będzie płyn południowy. Gdybyśmy na odwrót ciągnęli tym samym biegunem od A do B, znowuby w punkcie B został wydobyty płyn północny a przeciwny w A: zawsze się przeto zachowuie ta ostrożność, aby w iedną stronę tylko pociérać magnesem. Z podobnych doświadczeń poznaiemy, iż w czasie magnesowania żelaza, płyn nieprzechodzi z magnesu do żelaza, ale się w żelazie będący wydobywa, ponieważ zawsze różnoimienny wydobywa się od tego, którym się pociéra; nadto magnes pociéraiący nieutraca nic ze swoiéy mocy.

Jeźli pocieranie iest dwoiste, na tenczas ciągną się dwa magnesy CE i DE różnoimiennemi biegunami N i S oparte, zaczynaiąc od środka i ciągnąć ie w różne strony; przy końcach samych podnoszą się do góry i znowu się pociągaią od środka w te same strony, co i piérwiéy, przez co ieden koniec płyn północny N, a drugi południowy S odbierze. Przewraca się potém tenże sam sztabik i znowu toż samo się robi temi samemi biegunami: takim sposobem w ogólności otrzymamy magnes sztuczny; luboć różne ieszcze wiedzieć trzeba szczególne przestrogi, aby mu nadadź dzielność iak naywiększą. Kulomb między innemi radzi, aby magnesy pociéraiące, do igły lub liniyki pociéranéy, były nachylone pod 15 lub 20 stopniami.

Tak

Tak namagnesowanych kilka sztabików składa się razem i ściska śrubą lub obręczą mosiężną, a ieszcze lepiéy gdy im się daie kształt podkowy, gdyż zwrócone oboma biegunami w iedną stronę, działaią razem mocniéy na podniesienie iakiego ciężaru; i w tych to względach sztuczne maią piérwszeństwo przed naturalnemi. Do tak nakrzywionych biegunów przykłada się kotwiczka, na którą przykładaiąc zwolna coraz więcéy ciężarków, przyidzie się do tego, iż z czasem większe nierównie dźwignąć może ciężary, niż z początku; a nawet magnesu nie trzeba nigdy zostáwiać bez żelaza, przez to bowiem iego moc słabieie. Moc magnesu słabieie także przez rdzawienie, rozpalenie, bicie młotem, lub uderzenie od iskry elektrycznéy, a czasem przez spadnienie tylko. Dzielność iego podobnie iak i elektryczności; Kulomb okazał, że słabieie w stosunku wspacznym kwadratów odległości.

O Zboczeniu igły magnetycznéy. Igła magnetyczna iest to pręcik stalowy z obu stron nakształt strzałki zakończony, w punkcie swoim środkowym tak osadzona na ostréy podporze, aby wolno na wszystkie strony po płaszczyźnie poziomey obracać się mogła. Użyteczna iest ona z tego względu, iż ieden swóy koniec statecznie zwraca ku północy a drugi ku południowi, postrzeżenia atoli długich lat i na różnych mieyscach

czy-

czynione, przekonały, iż te punkta niewskazują prawdziwego punktu północnego i południowego, czyli co iedno iest, że igła magnesowa zbacza od prawdziwéy linii południowéy: co zowiemy *Zboczeniem igły* (declinatio), a kąt zboczenia zawarty między kierownością igły a linią południową mieysca, bywa różny podług różności mieysca i czasu. W niektórych mieyscach bywa o, w innych kilka, czasem kilkanaście a nawet i więcéy stopni na zachód lub na wschód. W Krakowie podług postrzeżeń czynionych na Obserwatorium, w Grudniu R. 1818, kąt zboczenia zachodniego był 17° 57'. Linia ciągniona wzdłuż igły magnetyczney, zowie się *południkiem magnetycznym*.

Prócz téy nieforemności w skazywaniu magnesu, iest ieszcze inna, która zależy na tém, że igła nie wszędzie się znayduie na płaszczyznie równoległéy do poziomu, ale podług różności mieysca większy lub mnieyszy kąt robi z tąż płaszczyzną, zniżaiąc się pod nię: takowe uchodzenie zowie się *Pochyleniem* igły (inclinatio). Są mieysca, gdzie igła magnetyczna tak iest bardzo nachylona, że robi kąt prosty z płaszczyzną poziomu, takie mieysca są zbliżone ku biegunom; inne zaś znowu są, w których położenie iest równoległe do poziomu, takie są blizko równika; iednakże nie na samym równiku, ale ta linia

prze-

przecina go pod kątem kilkunastu stopni, i nazywa się *Równikiem magnetycznym*: inne nakoniec pośrednie mieysca maią większy lub mnieyszy kąt pochylenia.

Płyn magnetyczny, iak doświadczenia pokazuią, w znaczney odległości, oblewa ziemię, a żelazo niekoniecznie trzeba pocierać, aby nabrało w siebie magnetyzmu. Pręty na dachach przez długi czas zostaiące bywaią namagnesowane, trzymany pręt z miękkiego żelaza prosto lub pochylony pod kątem pochylenia igły, w końcach swoich okaże płyny różnoimienne. Nakoniec we wszelkich mechanicznych robotach, gdzie zachodzi tarcie żelaza o żelazo, iak to w piłowaniu, świdrowaniu, nawet biciu młotem, pilniki, świdry staią się namagnesowane i przyciągaią opiłki.

Prócz magnesu są ieszcze inne dwa metale, Kobalt i Nikel, które, oczyszczone iak naydoskonaley od wszystkich obcych cząstek, przyciągane są od niego. Są bowiem i inne ieszcze kruśce lub kamienie przyciągane od magnesu; lecz to dzieie się dla żelaza w nich się znayduiąco, które po całey iest rozsypane naturze.

ROZDZIAŁ XI.

O *Świetle.*

Niezgodne są dotąd mniemania o naturze światła: iedni mniemaią, iż to iest istota oddzielna, wydobywaiąca się ze słońca i ciał palących się i nakształt wyziewów w oko nasze wpadaiąca; drudzy, iż wrażenie, które my zowiemy światłem, pochodzi od iakieyś mniemaney istoty bez porównania subtelnieyszéy i sprężystszéy od wszystkich istot, które znamy, zwaney Eterem, który rozproszony po całéy przestrzeni Niebios, porusza się od cząstek palącego się ciała, i poruszenie w oku naszém sprawia, podobnie iak powietrze poruszone od ciała sprężystego drgaiącego, drganie w uchu naszém sprawia, które zowiemy brzmieniem. Piérwsze iest mniemaniem Newtona, zowie się *Systema emanationis*; drugie szczególniey do Eulera należy, zowie się *Systema vibrationis.*

Własności światła są następuiące: iest niezmiernie subtelne i nieważkie, przytém niezmiernie sprężyste i szybkie, natężenie iego coraz słabieie, oddalaiąc się od punktu świécącego; rozchodzi się po liniach prostych; odbiia się od zwiérciadeł; łamie się przechodząc przez ciała przezroczyste, nakoniec światło białe rozkłada się na promienie kolorowe. Nauka o świetle w

ogól-

ogólności zowie się *Optyką*: w szczególności zaś część téy nauki zowie się *Optyką właściwą*, gdy rzecz ma o promieniach rozchodzących się w liniach prostych; część zwana *Katoptryką* iest nauka o odbijaniu się promieni, a część o łamaniu się promieni, zowiemy *Dyoptryką*. Do tych przydaie się ieszcze wykład nauki o naturalném widzeniu i o narzędziach różnych pomagaiących nam do widzenia (*). Ciała, od których odbiéramy promienie światła są albo pałące się i świécące same z siebie *np.* słońce, pochodnia, albo są oświécone tylko, to iest same z siebie są ciemne, ale świécą pożyczaném światłem, iakiem świéci xiężyc, planety, zwierciadła odbiiaiące i inne rzeczy zwyczayne, które dla tego widzimy, że promienie odbite przesyłaią do nas.

O Słabieniu światła. Każdy punkt wydaiący światło, należy uważać iako środek kuli, od którego promienie na wszystkie strony się rozchodzą. Promienie zatém, które stykały się z sobą, wychodząc z punktu światłego, oddalaiąc się

(*) *Do własności światła tu wymienionych przydadź ieszcze należy: Wywód przemiany łamania się światła na odbicie, skąd powstaią* Przywidy *lądowe i morskie (Mirages); Wyginanie się (Inflexio v. Diffractio); Dwoiste łamanie się (refractio duplex) i Polaryzacyą -ak stałą iak i ruchomą, które do wyższych części Optyki odkładamy.*

się od niego, tém samém i od siebie się oddalaią nakształt promieni jeometrycznych w kuli: ustęp ten atoli między niémi, zapełniaią inne słabsze promienie z każdego punktu tychże promieni podobnież, iakby ze środka kuli rozchodzące się, na które się promień główny poddziela; przez co światło promieni piérwszych tém bardziéy słabieć musi, im bardziéy się też promienie od punktu świécącego oddalaią. Wystawiwszy sobie wiązkę promieni padaiących na powiérzchnią iakiéy płaszczyzny, która iest kołem, wiązka ta promieni będzie miała kształt ostrokręgu, maiącego swóy wiérzchołek w punkcie świécącym. Przeciąwszy ten ostrokrąg płaszczyzną do podstawy równoległą, przecięcie to będzie także kołem, którego odległość iest, daymy, połową odległości, piérwszéy płaszczyzny od wiérzchołka. Ponieważ ta sama ilość światła pada na bliższą i na dalszą płaszczyznę, mocnieysze zatém będzie światło na tém kole, które iest bliższe i mnieysze niż na dalszym, a to w stosunku wielkości ich powiérzchni. Że zaś powiérzchnie tych kół maią się iak kwadraty z promieni; te zaś promienie maią się iak odległości kół od wiérzchołka ostrokręgu, czyli od punktu świécącego; więc i natężenie światła na obóch powiérzchniach będzie się miało w stosunku wspacznym kwadratów odległości. Świéca raz po-

sta-

stawiona o łokieć, drugi raz o 2 łokcie, da w tym drugim razie (to iest 4 razy słabsze światło w odległości 2 łokci); trzeba przeto postawić 4 świéce, aby było tak mocne światło, iak od piérwszéy o łokieć.

Jak światła promienie są *subtelne*, można stąd wnosić, iż każdego ciała rzucaiącego one, powiérzchnia złożona iest z nieskończonéy liczby punktów rozsyłaiących promienie swoie w różne strony: iednakże przekłówszy małą dziureczkę w papiérze i przyłożywszy ią do oka, zobaczymy niezmierną przestrzeń patrząc z daleka na iaki przedmiót obszérny; odbieramy przeto miliony niezliczone promieni, a iednakże wszystkie razem mieszczą się bez zmieszania się w otworze końcem szpilki zrobionym. Dowodem i to także bydź może subtelności cząstek promieni światła, iż żadném dotąd doświadczeniem zasługuiącém na zupełną ufność, dokazać tego nie można było, aby światło iakkolwiek zgęszczone mogło okazać iakikolwiek ciężar: i dla tego zowie się ieszcze dotąd *niewaźkiem*.

O chyżości Światła. Światło iest niezmiernie sprężyste; skoro bowiem przez mały otworek wpadnie do pokoiu, zaraz we wszystkich iest widziane kątach. Tak zaś iest szybkie, iż żadna chyżośc nam dotąd znana, z iego chyżością porównać się nie może, tak dalece iż skoro świa-

tło wzniecone zostanie na iakiém mieyscu na ziemi, twierdzić można bez żadnéy omyłki, iż w téy saméy chwili pokazuie się w odległości kilku, kilkunastu i więcéy mil, a czas potrzebny na przebieżenie téy odległości iest prawie niczém.

Że światło iednakże potrzebuie pewnego czasu do rozeyścia się, dopiéro postrzégać można w takiéy odległości, iaką maią planety od naszéy ziemi: czego dostrzeżono w czasie zachodzenia iednych za drugie w różnych czasach naywiększéy i naymnieyszéy odległości ich od ziemi, iak tego naypiérwszy około roku 1670 dostrzegł Roemer w zachodzeniu xiężyczków Jowisza, około którego krążą. Postrzeżenia te wzięte pod rachunek okazały, że światło nim dcydzie od słońca do ziemi potrzebuie przeszło 8 minut. A iako odległość średnia słońca od ziemi, wynosi przeszło 20 milionów mil jeograficznych, to daie chyżość światła na 1 minutę przeszło półtrzecia miliona mil jeograficznych: co znaczy: iż chyżość światła większa iest od chyżości kuli armatniéy przeszło półtóra miliona razy.

O Cieniu i Przycieniu. Wszystkie ciała niemaiące swego światła oświécone są tylko w téy części, która iest obrócona ku ciału świecącemu; druga zaś strona iest ciemną, za którą cień się tworzy. Postawiwszy dwie kule równe naprze-

ciwko

naiwko siebie (fig. 36) iedną *A* świécącą, drugą *B* ciemną odbiéraiącą od piérwszéy światło; połączmy nayprzód ich środki linią prostą *CD*, potém poprowadzmy do niéy średnice prostopadłe *EF* i *GH*. Od końców średnicy kuli *A* poprowadźmy styczne *EK* i *FH* równoległe, po obu stronach kuli *B*; styczne te odznaczą nam część oświéconą i ograniczą cień rzucony od ciała ciemnego w kształcie *MHGK*. Z rysunku samego widzieć można, że gdy te kule są równe, cień iest kształtu walca. Gdyby kula świécąca *A* była większa od *B*, styczne ograniczaiące cień *GK* i *HM* zeszłyby się z sobą końcami swemi *K* i *M*, a cień byłby kształtu ostrokręgu, maiącego swóy wiérzchołek na osi przeciągnionéy *AB*: gdyby zaś *A* była mnieysza, styczne rozchodziłyby się nakształt liniy *GL* i *HJ*, a cień miałby kształt ostrokręgu uciętego podobnego do *LGHJ*.

Prócz dwóch stycznych *EK* i *FM* poprowadziwszy ieszcze dwie styczne *EI* i *FL* z tychże samych punktów, ale z przeciwnych stroń kuli *B*, mieysca zawarte między piérwszemi a drugiemi stycznemi po obu stronach kuli *B*, to iest *GLK* i *MHI* ograniczą mieysca zwane *Przycieniem* (Penumbra), a tak przeciągnąwszy płaszczyznę *LI*, będzie część iéy *KM* zupełnym cieniem części *LK*, *MI* przycieniami, a obok nich z obu stron zupełne oświecenie.

Od-

Odbiianie się światła. Światło rozchodzi się po liniach prostych, wszystko bowiem co się nieznayduie na linii prostéy od oka naszego prowadzonéy, nie iest widziane, wyiąwszy przypadki łamania się, iak niżéy zobaczymy tego przyczynę. Jeźli promienie idące linią prostą natrafiaią na ciało, maiące powiérzchnią gładką i równą, odbiiaią się od niéy pod takim kątem, pod iakim wpadaią, a odbite przychodząc do oka naszego maluią w nim obraz rzeczy przesyłaiącéy te promienie. Ciała maiące podobne powiérzchnie, odbiiaiące promienie w takiéy ilości, że maluią obrazy rzeczy, zowią się *zwiérciadłami* (specula). Zwiérciadłami przeto bydź mogą szkła, metale polerowane wszystkie, kamienie gładzone, drzewo pokostawane, woda i t. p.

Zwiérciadła na dwie klassy dzielą się: na maiące powiérzchnią *płaską* i *krzywą*; te ostatnie mogą bydź rozmaitéy krzywizny, ale naypospolitsze są te, które są odcinkami kuli i zowią się kuliste. Kuliste znowu mogą bydź albo *wypukłe* albo *wklęsłe*, iak są *HBS* i *EBF* (fig. 37).

Gdy na zwiérciadło płaskie *MN* pada promień *AB* w punkcie *B*, wyprowadziwszy z tego punktu prostopadłą *BC*, przeciągniona płaszczyzna przez ten promień i razem przez tęż prostopadłą, zowie się *płaszczyzną odbicia* (planum reflexionis); promień bowiem odbity *BD*, będzie tak-

także na téyże płaszczyznie i zrobi kąt *odbicia DBN* równy kątowi *wpadania ABM*. Gdyby ten promień padał na zwiérciadło wypukłe *HBI* lub wklęsłe *EBF*, kątem wpadania w obu razach będzie kąt zawarty między promieniem wpadającym a styczną do tego punktu kuli prowadzoną, którą iest *MN*, więc będą te same kąty wpadania na obóch zwiérciadłach i te same kąty odbicia, co i w zwiérciadle płaskiém *ABM* i *DBN* A z tego wyciągamy następuiące prawo: *Że w zwiérciadłach tak płaskich iak i kulistych, kąt odbicia równy iest zawsze kątowi wpadania*, a to prawo iest zasadą całéy Katoptryki.

Główną własnością zwiérciadeł płaskich iest wszczególności: że obrazy rzeczy maluią się w nich w takiéy odległości za zwiérciadłem, w iakiéy są przedmioty od powiérzchni tegoż zwiérciadła i w swoiéy naturalnéy wielkości. A iako każdy punkt przedmiotu w takiéy odległości za zwiérciadłem maluie się w iakiéy iest przed niém, części przeto, które są bliższe zwiérciadła, odmaluią się bliżéy a dalsze daléy: dla tego to obrazy rzeczy maluią się czasem odwrócone.

W zwiérciadłach kulistych *MN* (fig. 38.) promień *CB* kuli, któréy to zwiérciadło iest odcinkiem, zowie się *promieniem kulistości* zwiérciadła, który przechodzący przez środek odcinka i przedłużony z obu strón nieograniczenie *OS*, zowie

wie się *osią* zwiérciadła. Punkt *B*, w którym tenże promień *CB* dotyka powiérzchni kuli, zowią środkiem *optycznym* czyli zwiérciadła, przestwor od iednego brzegu *M* do drugiego *N*, *otworem* zwiérciadła, gdzie *MB* = *NB*.

Punkt *F* w środku promienia jeometrycznego *CB* wzięty, zowie się *ogniskiem* zwiérciadła (focus), a to dla tego, że nadstawione zwiérciadło ku słońcu, tak ażeby iego promienie *AD*, *GH* padały równolegle do osi *OS*, te odbite od zwiérciadła w takiéy ilości się zgromadzą w tym punkcie *F*, że blask nieznośny tworzą i zapalaią ciała palne. Tego sposobu nawet używa się do oznaczenia ognisk w zwiérciadłach wklęsłych.

Promienie światła przechodzące we wszelkiéy kierowności przez środek kuli *C* i przez iakiekolwiek punkta zwiérciadła, ze stycznemi tych punktów robią kąty proste, są przeto pionowemi tych punktów: wszelkiéy zaś innéy kierowności promienie światła nieprzechodzące przez środek jeometryczny, ze stycznemi w tych punktach robią kąty większe lub mnieysze od prostych. Chcąc oznaczyć kąt odbicia, czyli wykréślić linią, po któréy iakikolwiek promień padaiący na powiérzchnią zwiérciadła poydzie odbity, trzeba do tego punktu, nayprzód poprowadzić promień jeometryczny ze środka *C*, który przeciągniony z drugiéy strony stanowi pio-

no-

nową tego punktu, a potém przez teraże sam punkt na okręgu, przeciągnąwszy styczną, kąt, który zrobi z nią promień wpadaiący, iest kątem wpadania; nakréśliwszy mu równy z drugiéy strony téyże pionowéy na téy saméy płaszczyznie, ten będzie kątem odbicia.

Jako w zwiérciadłach wklęsłych, podobnie i w wypukłych, wszystkie te nazwiska to samo znaczą, z tą tylko różnicą, że promień kulistości i ognisko w środku iego z innéy strony przypadaią, niż promienie światła wpadaią lub się odbiiaią. I dla tego to ognisko czyli zbiór promieni odbitych w zwiérciadłach wypukłych, nie iest rzetelne tak iak w zwiérciadłach wklęsłych, ale *uroione* (focus virtualis) albo iak inni zowią *odiemne* (focus negativus), to iest, nie schodzą się one z téy strony, z któréy padaią na powiérzchnią wypukłą, ale tylko myślą przeciągnione podług swoiéy kierowności, zeszłyby się z drugiéy strony zwiérciądła wewnątrz, a nawet przez działanie oka naszego wydaie się nam, iak gdybyśmy w rzeczy saméy widzieli ie tam schodzące się. Promienie odbite od zwiérciadeł wypukłych, ani zachowuią swoich kierowności iak w zwiérciadłach płaskich, ani się zbiéraią w ieden punkt rzeczywisty przed zwiérciadłem iak w wklęsłych, ale się rozpryskuią, a oku naszemu wydaie się, iak gdyby widziało punkt

wewnątrz, z którego te promienie iak z ogniska wychodzą.

Promienie zatém odbite od zwiérciadeł iákichkolwiek, podobnie iak i wpadaiące na nie, mogą bydź albo *równoległe*, albo *schodzące się* (convergentes) albo *rozchodzące się* (divergentes). A iako oczy nasze widzą, odnosząc obrazy podług kierunku promieni przychodzących do nich; zwiérciadła przeto płaskie maluią nam obrazy w wielkości naturalnéy, wklęsłe z małym bardzo wyiątkiem w większéy, a wypukłe zawsze w mnieyszéy wielkości, niż są w naturze. Nadto ieźli obrazy maluią się w oku naszém z promieni, które iuż przeszły przez ognisko i skrzyżowały się, te będą w postawie przewróconéy; wypada zatém, że zwiérciadła płaskie i wypukłe maluią obrazy w postawie prostéy, a zaś zwiérciadła wklęsłe mogą ie stawiać albo w prostéy, albo w przewróconéy.

Prawdy te objaśniaią i zatwiérdzaią następuiące ze zwiérciadłami doświadczenia: Widzieliśmy iuż, iż nadstawiwszy zwiérciadło wklęsłe ku słońcu, promienie iego równoległe, odbite zniydą się w ieden punkt *F* zwany ogniskiem; więc postawiwszy nawzaiem ciało świécące w tymże punkcie *F*, promienie *FD*, *FH* odbiiaiące się od zwiérciadła, uważać można, iak gdyby były te same, które tworzyły piérwiéy ognisko, a zatém

od-

odbite ich póydą znowu po tych samych równoległych *DA* i *HG*: i dla tego to w tym razie patrząc na zwiérciadło, nie zobaczymy żadnego obrazu, ale tylko blask nieznośny promieni równoległych.

Zbliżaiąc świécę do zwiérciadła między *F* i *B*, widzieć będziemy obraz świécy za zwiérciadłem w postawie prostéy, ale większéy od niéy, który coraz bardziéy się zmnieysza, w miarę zbliżania swiécy do zwiérciadła. Przeciwnie oddalaiąc świécę od zwiérciadła, i postawiwszy ią między *F* i *C*; obraz iéy odmaluie się przed zwiérciadłem na ścianie w tyle świécy większy od niéy i przewrócony, który zmnieyszać się coraz będzie i zbliżać do świécy w miarę odsuwania onéy a zbliżania ku *C*, aż gdy się odsunie świéca tak, że stanie w środku kulistości zwiérciadła *C*, obraz i przedmiot zniydą się razem z sobą: a to podaie nam drugi sposób oznaczenia ogniska, które będzie w środku téy odległości czyli promienia kulistości *CB*.

Odsuwaiąc ieszcze daléy świécę od *C* ku *O* bez ograniczenia, obraz iéy będzie się coraz zmnieyszał i postępował od *C* ku *F*; aż gdy przedmiot świécący stanie w odległości niezmiernie wielkiéy tak, że iego promienie padaiące na zwiérciadło brać można za równoległe, iak iest *np.* słońce; obraz ten przybliżaiąc się coraz bar-

dziéy

dziéy do F, padnie nakoniec w samo ognisko. W ognisku przeto iest obraz cały słońca zebrany w ieden punkt, i dla tego to ón wydaie ten blask rażący i zapala.

Doświadczenia ze zwiérciadłami wypukłemi nie maią téy rozmaitości; statecznie bowiem obraz w nich wydaiący się iest mnieyszy od przedmiotu, prosty, a ognisko promieni równoległych iest podobnież w połowie promienia kulistości.

Prócz tych zwiérciadeł mogą bydź ieszcze zwiérciadła elliptyczne, a osobliwie paraboliczne, których użycie mogłoby miéć swoie wielkie korzyści, ale trudność doskonałego ich wyrobienia przewyższa one: co się zaś tyczy zwiérciadeł walcowatych, kręglowatych czyli konicznych, piramidalnych, pryzmatycznych, z tych, prócz zabawienia imaginacyi, żadnego dotąd ieszcze użytku nie mamy.

O *łamaniu się światła* (refractio). Wszystkie przezroczyste istoty, przez które światło przechodzić może, nazywaią się w Dyoptryce *środkami* (media) a iako, zawsze się zdarza, iż promienie przechodząc z iednego do drugiego środka różnéy natury, nakrzywiaią się w nich i zbaczaią z linii prostéy, dla tego przydaią im ieszcze nazwisko środków *łamiących* (media refrangentia).

Wystawiwszy sobie DE (fig. 39.) powiérzchnią

chnią płaską wody szkła lub innego środka łamiącego, na którą pada promień *AB*, pod iakimkolwiek bądź kątem w punkcie *B*, z którego wyprowadziwszy prostopadłą, a potém przeciągnąwszy myślą płaszczyznę przez te dwie liniie i przez środek łamiący, ta zowie się *płaszczyzną złamania* (planum refractionis). Promień wpadaiący złamie się w tém mieyscu i nie póydzie po *BL*, ale niżéy po linii *BC*, która nie iest wcale tamtéy przedłużeniem, a zawsze znaydować będzie na téyże saméy płaszczyznie złamania. Kąt *ABP* zawarty między promieniem wpadaiącym a pionową, zowie się kątem *wpadania*, a kąt *RBC* między tąż pionową przedłużoną a promieniem złamanym *BC* zawarty, zowiemy kątem *złamania* (angulus refractionis). Stosunek wstaw (*). tych kątów, iest zawsze stateczny, kiedy tylko są te same środki, iakakolwiek będzie pochyłość kątów wpadaiących, który się zowie *stosunkiem złamania* (ratio refractionis). I tak gdy promień wpada z powietrza do wody, stosunek tego iest, iak 4:3; z powietrza do szkła = 3:2, albo do-

kła-

(*) Zatoczywszy koło iakimkolwiek promieniem i osadziwszy wiérzchołek kąta danego w środku koła, ramiona kąta będą promieniami tegoż koła; a spuściwszy z końca iednego z tych promieni, prostopadłą na drugi promień, ta prostopadła zowie się *wstawą* kąta danego.

kładniéy ieszcze = 17 : 11 i t. p. A na wzaiem gdy wpada z wody do powietrza iest = 3 : 4; ze szkła do powietrza 2 : 3.

Co większa, to iest także szczególna, iż promienie wpadaiące ze środka rzadszego do gęstszego *np.* z powietrza do wody, iakośmy widzieli, zawsze się łamią ku pionowéy, a przeciwnie, gdy wychodzą z gęstszego do rzadszego łamią się oddalaiąc od pionowéy, czyli że w piérwszym razie kąt złamania iest mnieyszy, a w drugim razie większy od kąta wpadania. Prawo to cokolwiek odmiany ponosi, gdy środki takie są między sobą porównywane, z których iedne maią początek iaki palny w sobie, iakim iest wodoród, tłustości, żywice, a drugie niezawiéraią go w sobie. W takim razie, dzieląc ciała przezroczyste na dwa rodzaie, wszystkie z iednego rodzaiu brane podlégaią temu prawu, że im są gęstsze, tém bardziéy łamią ku pionowéy.

Gdyby zamiast powiérzchni płaskiéy była wypukła lub wklęsła, na tenczas powiérzchnia płaska *DE* byłaby styczną do tych obydwóch, do których spuściwszy pionową *PB*, ieźli iest ten sam promień wpadaiący *AB*, i te same środki łamiące, będzie kąt wpadania *ABP*, a kąt złamania *RBC*. Ogólnie przeto można prawo następuiące wyciągnąć:

Że ieźli promień pod iakimkolwiek kątem wpada

da do iakiegokolwiek środka kąt wpadania i złamania będą na tey samey płaszczyznie; ieźli wpada, do środka gęstszego łamie się ku pionowey, a wpadaiąc do rzadszego łamie się od pionowey. nadto wstawy kąta złamania i wpadania są z sobą zawsze w stosunku statecznym. To prawo iest zasadą całéy Dyoptryki. Z tego wypada iako oczywisty winosek: że promień wpadaiący pionowo na iaką powiérzchnią, wcale się nie łamie.

Łamanie się to promieni i oddalanie od pionowéy, gdy wychodzą ze środka gęstszego do rzadszego, sprawuie, że nalawszy wody w naczynie, dno iego wydaie się nam podniesione, i pieniądz na dnie położony widzimy, któregośmy piérwiéy nie mogli widzieć, póki się wody nienalało, Promienie bowiem od dna naczynia i pieniądza wychodzące na powiérzchnią wody, odłamuiąc się od pionowéy wpadaią do oka naszego, które odnosząc ie podług téy linii nowo odłamanéy, widzi ie w mieyscu wyższém niż są w rzeczy saméy; iak to łatwe wykréślenie pokazuie. Dla téy przyczyny kiy pionowo trzymany w wodzie, wydaie się nam krótszy; a ukośnie w wodę wpuszczony złamanym się bydź wydaie, ponieważ każdy punkt iego zanurzony, iest dla oka naszego podniesiony, a zatém wyruszony z mieysca swego.

Do doświadczeń dyoptrycznych pospolicie się

szkieł

szkieł używa iako środków łamiących, przez które promienie światła przechodząc dwa razy się łamią: raz wchodząc z powietrza do szkła ku pionowéy, drugi raz przez drugą powiérzchnią ze szkła do powietrza wychodząc, łamią się od pionowéy. Jeźli obie powiérzchnie środka łamiącego *np.* szkła, są sobie równoległe, promienie wchodzące z powietrza lub innego środka rzadszego, *np.* z wody do szkła, złamią się ku pionowéy, zrobią kąt złamania mnieyszy niż wpadania; lecz wychodząc na powietrze przez drugą powiérzchnią równoległą do piérwszéy, znowu oddalą się tyle od pionowéy, ile zbliżyły się wchodząc; wyidą zatém równoległe do swoiéy piérwszéy kierowności.

O *Soczewkach.* Jeźli szkła lub inne podobne ciała przezrocyste, maią obie powiérzchnie, przez które promienie przechodzą, albo przynaymniéy iedną z nich kulistą, zowią się *Soczewkami* (Lentes), iakie widzimy na figurze 41. Jako zwiérciadła kuliste podobnie i powiérzchnie soczewek są odcinkami kuli, któréy promień *CD* (fig. 40), iest promieniem kulistości; promienie te w soczewkach wkłęsłych z téy saméy strony przypadaią co i promienie światła, a w wypukłych z przeciwnéy. Przedłużenie z obu stron średnicy bez ograniczenia *OS*, zowie się osią Soczewki, a pionową, do któréy promienie złamane zbli-

ogniskiem, i oprawia się razem, aby mogła bydź osadzona dokładnie w otworze okiennicy pokoiu zupełnie ciemnego, na który to przedmiot, padaiące zewnątrz od słońca promienie, przechodzą przez soczewkę wewnątrz ciemnego pokoiu i padaią na ścianę białą lub bleytron, mogący się odsuwać lub zbliżać podług potrzeby. Mikroskopy słoneczne niezmiernie powiększaią obrazy, tak iż muszka naydrobnieysza pokazuie się w wielkości bydlęcia. Lecz że te promienie rozszérzaiąc się ciemnieią i niewyraźne malowałyby obrazy, dla tego zewnątrz przydaie się im pospolicie zwiérciadło płaskie dla odbiiania więcéy promieni, a przytém soczewka ieszcze iedna, którąby zebrawszy te promienie, tak zgęszczonemi przedmiot okryła i oświéciła.

Wiele iest innych ieszcze machinek optycznych, przyiemną zabawkę sprawuiących, iako to: Latarnia Czarnoxięzka, Optyczka, Ciemnica (camera obscura), Polemoskop, Fantasmagorya i t. p. których teorya nic trudnego nie zawiéra w sobie dla tego, kto pozna dobrze zasady Optyki dotąd wyłożone.

Koniec Początków Fizyki.

Omyłki do poprawienia.

karta	wiersz	drukowano:	poprawić:
16	4	na potasz, sodę	*na roztwór potaszu lub sody,*
28	3 z dołu	wynalazcom	*wynalazkom*
40	19	Niektórzy utrzymują	*Mniemano*
40	25	niżeli	*mieli*
41	8	ustąpuie	*wstępuie*
42	11	czyli	*około*
76	15	czystości	*czystości Spirytusu*
76	25	lżey szych	*cięższych*
84	16	ich	*iak*
84	21	otwarte	*otwarte w D*
91	2	kwadratowy	*kwadratowy podstawy*
92	9	było	*byłoby*
96	2 z dołu	sprawuiące: poruszenie toż	*sprawuiące toż poruszenie*
97	5	mocuiące się	*ruszaiące się*
99	14	w nich	*w niéy*
138	4	oziębia	*oziębiał*
140	2	inż	*niż*
140	18	będzie	*iest*
142	2	sprężystość i	*sprężystości*
144	4 z dołu	prężącéy	*prężącéy wyziewów*
145	15	atmosferu	*atmosferze*
153	4	żywicu	*żywicę*
164	12	Tumialin	*Turmalin*
179	2	to iest 4 razy słabsze światło w odległości 2 łokci,	czytay: *to iest w odległości 2 łokci 4 razy słabsze światło*

(*) Na figurze 22 zamiast litery *c* w wanience *FB* czytay *o*.

czy, iż promienie wyszedłszy z ogniska złamane poszły temi samemi drogami, iakiemi promienie równoległe padały piérwiéy na soczewkę.

Postawiwszy świécę blizko D, oko patrzące ze strony F, zobaczy obraz iéy powiększony i w postawie prostéy, którego wielkość i odległość powiększa się w miarę odsuwania świécy. Odsunąwszy świécę za ognisko f, zobaczymy iéy obraz powiększony i przewrócony na ścianie ze strony S, a to z przyczyny skrzyżowania się promieni w ognisku F. Odsuwaiąc ią coraz daléy, obraz ten przewrócony zmnieysza się i zbliża do soczewki, tak dalece, że gdy stanie świéca w odległości $= 2fD$, obraz iéy z drugiéy strony będzie w téyże saméy odległości i wielkości iak i świéca. Nakoniec ieźli się odsunie przedmiot świécący niezmiernie daleko, tak, że iego promienie brać się mogą za równoległe, obraz iego padnie w samo ognisko F; w niém się znayduie obraz skoncentrowany słońca, a razem ciepło i światło zgęszczone, co widzimy, gdy wynayduiemy ognisko soczewki lub zapalamy w niém cała palne.

Obrazy przeto widziane przez szkła wypukłe, mogą bydź proste lub przewrócone; większe, mnieysze lub równe swoim przedmiotom. Szkła płaskie stawiaią obrazy zawsze równéy wielkości i w swoiéy zwyczayney postawie;

wklęsłe zas maluią także w prostéy postawie, ale ale zawsze mnieysze. Szkła wypukłe maią wiele własności podobnych ze źwierciadłami wklęsłemi, a soczewki wklęsłe z wypukłemi.

O Rozczepianiu się światła (dispersio lucis). Patrząc przez troygran, to iest graniastosłup troykątny, na rzeczy, widzimy ie obwiedzione nayżywszemi kolorami tęczowemi; lub też przepuszczaiąc promień biały, tak aby przechodził przez dwie ściany podobnego troygranu, zobaczymy go z drugiéy strony w naypięknieyszych kolorach na ścianie, ale nierównie szérszy, niż był przed swoiém przechodzeniem przez troygran.

Wystawiwszy sobie troygraniastą figurę, któréy trzy ściany są prostokątami, a obie podstawy troykątami, linia przechodząca przez środki obydwóch podstaw, zowie się téy figury osią. W którémkolwiek mieyscu przeciąwszy tę troygraniastą figurę płaszczyzną prostopadłą do osi, z tego przecięcia utworzy się troykąt *ABC* (fig. 42.), którego płaszczyznę bierzemy tu za płaszczyznę łamania. Promień wpadaiący *DE* przez otwór mały okrągły *D* w oknie zrobiony, pokoiu zupełnie ciemnego, wszedłszy do troygranu iako do środka gęstszego, złamie się w *E* ku pionowéy *mg*, a wychodząc w *S* na powietrze iako do środka rzadszego, łamiąc się, oddali od pio-

no-

nowéy *fg*, idąc po *SV*. Lecz ten promień *DE* przeszedłszy przez troygran rozszérzył się i zamiast odmalowania z drugiéy strony tak małego obrazu, iak iest otwór *D*, maluie obraz podłużni *VR* w kolorach nayżywszych, który to obraz zowie się *Spectrum solare* (widziadło słoneczne), a kąt *ACB*, przez którego ściany przechodzi ten promień, zowie się kątem *łamiącym* (angulus refringens): z tego doświadczenia poznaiemy, iż promień biały słonéczny przechodząc przez troygran, rozczepia się na promienie kolorowe, które obszernieysze mieysce zaymuią, niż on sam zaymował.

Przypatruiąc się temu widziadłu, i rozmaicie ie iuż to podłużaiąc iuż rozbiéraiąc na części, odkrywany w nim siedm kolorów, które, zaczynaiąc z góry, takim porządkiem idą po sobie: fioletowy *V*, granatowy, błękitny, zielony, żółty, pomarańczowy, czerwony *R*. Gdy kąt łamiący iest na dole, odmaluią się kolory w takim porządku, iak widzimy na figurze; obróciwszy go zaś do góry, kolory widziadła, także się przewrócą co do porządku, tak, że będzie czerwony na górze, po nim pomarańczowy, żółty, zielony, błękitny, granatowy a na samym dole fioletowy. Jako zaś różne mieysca zaymuią i większe niż biały, iedne przeto z nich muszą bardziéy się oddalać od pionowéy niż drugie: i

tak

tak fioletowy między niémi naybardziéy się oddalił, czerwony naymniéy, zielony zaś średnie mieysce między niémi trzyma: stąd to się mówi, że różna iest ich *łamalność* (refrangibilitas); fioletowy ma naywiększą łamalność, czerwony naymnieyszą, a inne wszystkie pośrednie między niémi; koloru zaś zielonego łamalność zowie się średnią łamalnością promienia.

Kolory te z promienia rozczepionego wyłączane i rozmaicie łączone z sobą, wydaią inne rozmaite z nich powstaiące kolory. I tak mieszaiąc żółty z niebieskim otrzymany kolor zielony; czerwony z żółtym daie pomarańczowy; czerwony z granatowym daie fioletowy i t. d. Lecz to iest osobliwością, iż kolory powstaiące ze zmieszania promieni różnokolorowych, przeięte drugi raz troygranem, rozkładaią się na odwrót na te kolory, z których powstały, *np.* pomarańczowy złożony, rozkłada się znowu na czerwony i niebieski; lecz pomarańczowy, wyłączony z piérwszego rozczepienia się tworzącego widziadło słoneczne, wcale się nierozkłada. Dla tego to Newton, piérwszy podaiący tę teoryą, te siedm kolorów, nazywa kolorami *piérwiastkowemi* (colores primitivi).

Rozkład ten promieni białych na kolorowe iest początkiem *Tęczy* (Iris). Gdy po deszczu cząstki wody są zawieszone w powietrzu, patrzący zaś tak stoi,

iż

iż ma chmurę przed sobą, a słońce za sobą; na tenczas w pewném położeniu zobaczy tęczę w kształcie łuku siedmiofarbnego na ciemnéy chmurze. Promienie bowiem od słońca wchodzące w krople, łamią się dwa razy wchodząc i wychodząc, nadto raz odbiiaią się i wpadaią do oka. Położenie patrzącego takie bydź powinno, aby kąt między promieńmi słońca a promieńmi odbitemi do oka, był przeszło 42°. Promienie wychodzące z każdéy kropli łamać się będą od pionowéy, i podobnie, iak w troygranie widzieliśmy, rozłożą się na 7 kolorów, z których naywyżéy będzie fioletowy, a nayniżéy czerwony. Gdyby zaś, iak się zdarza, było dwie tęcze, na tenczas w niższéy tęczy będą szły przeziwnie, to iest czerwony naywyżéy a fióletowy nayniżéy, a to dla tego, iż ieszcze raz w kroplach odbiią się promienie. W kształcie zaś koła pokazuie się dla tego, ponieważ matematyczne wykréślenie i dowody uczą nas, że tylko na kole podniesioném do podobnéy wysokości, promienie słoneczne w około z odbitemi do oka, czynić mogą kąty 42 stopni.

Mieszaiąc z sobą promienie różnych kolorów rozmaitéy ilości i stosunku, niezliczone powstaią stąd odmienne kolory: gdy zaś wszystkie siedm na odwrót połączone znowu zostaną, za pomocą soczewki zbieraiącéy, dadzą w ogniskn kolor biały; przed ogniskiem zaś i za ogniskiem znowu

wu się zaczynaią rozczepiać i pokazywać, z tą tylko osobliwością, że za ogniskiem przeięte kartą pokazywać się będą w porządku odwrotnym, także, ieźli był piérwiéy fioletowy na górze, za ogniskiem będzie na dole, a czerwony na górze; a to dla tego że zebrane, skrzyżowawszy się w ognisku, idą daléy na téyże saméy kierowności i linii prostéy. Prawdę tę stwiérdzić także można przez machinkę zwaną *kółkiem dyoptrycznem*, pomalowaném temi siedmią kolorami w przyzwoitym stosunku, wzdłuż promieni tegoż kółka rozchodzącemi się z iego środka, tak, iżby te całą iego powiérzchnią zaięły: obróciwszy iak naymocniéy to kółko, kolory iego zmieszaią się w oku patrzącego i zostawią wrażenie koloru białawego. Wiedzieć przytém powinniśmy, iż te kolory, nie równą rozległość, zaymuią w widziadle słoneczném, a podzieliwszy koło na 360 części równych, czerwony zaymuie takich części 45, pomarańczowy 27, żółty 48, zielony 60, błękitny 60, granatowy 40, fioletowy 80: w takim przeto stosunku te kolory i na kółku dyoptrycznem mieysca swoie zaymować powinny.

Złożywszy z sobą dwa troygrany zupełnie sobie równe, a to w ten sposób, aby ich osi, poziomo trzymane, były sobie równoległe, ieden zaś z nich miał swóy kąt łamiący na górze,

a drugi na dole; na tenczas promień przez nie przechodzący nie rozczepi się ale wyidzie biały, a to dla tego, że te promienie, które ieden troygran rozczepił, drugi na odwrót ie połącza. Podobne doświadczenie dadź może nam wyobrażenie, dla czego to się dzieie, że soczewki tak zwane *akromatyczne* czyli bezfarbne, nie daią żadnych kolorów patrząc przez nie na przedmioty, chociaż łamią promienie od nich idące: lubo to wyobrażenie nie będzie zupełne, gdyż podobne szkła i soczewki pomimo tego, składać się ieszcze muszą z odmiennych gatunków szkła połączonych z sobą, z których iedno, prócz łamania zwyczaynego, powinno rozczepiać ieszcze promienie bardziéy, niż drugie.

Że ciała oświecone od promieni słonecznych białych pokazuią się w rozmaitych kolorach, dzieie się to dla tego, że promienie białe padaiąc na powiérzchnią iakiegokolwiek ciała i rozkładaiąc się, iedne z tych rozłożonych wciągnione od ciał, nikną, a drugie tylko odbite, do oka naszego dochodzą. I tak czerwone się nam wydaią te, które promienie tylko czerwone odbiiaią, inne wszystkie w siebie wciągnąwszy; fioletowe są, które granatowy i czerwony odbiiaią a inne w nich nikną i t. p. Białemi zatém są te w oczach naszych, które prawie wszystkie odbiiaią do oka naszego, a czarne zupełnie

nie czyli ciemne byłyby te, któreby żadnych promieni do oczów naszych nieodbiiały.

O Widzeniu naturalnem. Oko nasze iest machiną dyoptryczną kształtu kuli, złożoną z błonek rożnych i płynów przezroczystych łamiących promienie. Nayprzód kula ta obwiedziona iest *błoną grubą aaa* zwaną *Sclerotica* (fig. 43), któréy część przednia wypukleysza *bb*, zowie się błonką *rogową*, dla tego że iest przezroczysta nakształt rogu a nawet przycisniona mocno, pęknąć może. Druga pod nią idąca w koło *ccc*, zowie się *Choroida*, a na samym przodzie pod rogową, niedochodząc, ma otwór zwany *źrenicą* (pupilla): ta iest iedyną drogą, przez którą promienie wewnątrz do oka naszego wchodzą. Źrenica, iest to kółko czarne okrągłe, które widzimy w środku oka, która pomimo woli naszéy ściąga się lub rozszérza, podług tego iak więcéy lub mniéy światła przybywa. W około niéy są koła kolorowe, które stanowią kolor oczów. Trzecia nakoniec błonka iest *Siatkowa sss* (retina), utkana z nerwów, podciągaiąca wewnątrz Choroidę, na niéy się to maluią wszystkich przedmiotów obrazy, a od któréy idą dopiéro nerwy *rrr* do mózgu naszego.

Pod źrenicą iest *kryształek k* kształtu soczewki (lens cristalina); między nim a błonką rogową iest płyn *wodny* (humor aqueus); za kryształ-

ształkiem zaś aż do siatkowéy zupełnią płyn tak zwany *szklanny* (humor vitreus). Promienie przychodzące od każdego punktu przedmiotu są właściwie rozchodzącemi się, ale wpadaiąc do oka, przechodzą przez błonkę rogową, i łamią się w cieczy wodnéy ku pionowéy, przeciskaiąc się potém przez źrenicę i kryształek pochylaią się bardziéy ku sobie, aż nakoniec złamawszy się w cieczy szklanney, muszą się koniecznie zeyść na siatkowéy, znowu w iednym punkcie: inaczéy, niemoglibyśmy widzieć żadnéy rzeczy wyraźnie, iak to się dzieie u *krótkowzrokich* (myopes) albo u *słabowzrokich* (presbytae); u piérwszych bowiem promienie te schodzą się wewnątrz przed siatkową, a u drugich za tąż błoną zeszłyby się dopiéro. Odległość zwyczaynego widzenia oczów zdrowych i dobrze uorganizowanych, iest 8 do 10 calów.

Maiąc przedmiot iaki przed oczami *MTN*, promienie od wszystkich iego punktów rzucane wchodząc do źrenicy naszéy, przeciąwszy się w punkcie *o*, rozeydą się i odmaluią na błonce siatkowéy obraz mały przewrócony *ntm* tegoż przedmiotu; lecz my odnosząc po tych samych liniach punkta po których odebraliśmy, odnosimy *m* na dół do *M*, a *n* w górę do *N*, i widzimy przedmiot w swoiéy postawie naturalnéy prostéy. Opuszczaiąc wszystkie inne pośrednie pro-

mie-

mienie, a biorąc dwa którekolwiek skraynie *MN*, te przecinaiąc się w źrenicy, robią kąt *MoN* tém większy, im przedmiot iest większy w równéy odległości z innemi się znayduiący, albo gdy tenże sam przedmiot znayduiący się daleko, przybliży się potém do oka naszego. Kąt taki zowie się *kątem optycznym* (angulus opticus); ten ma drugi równy sobie w wiérzchołku przeciwległy z drugiéy strony *mon*, który razem się z nim powiększa i zmnieysza, a który im większy iest, tém większy obraz odmalu ie na siatkowéy: i w takim to sposobie kąt optyczny pomaga nam do sądzenia o wielkości rzeczy przez porównywanie.

Lecz ta pomoc sama nie może bydź w każdym razie dostateczną. Kiy leżący poziomo w wodzie, dla łamania się promieni od niego wychodzących i oddalania się od pionowéy; robi kąt optyczny większy i kiy większy się nam wydaie, niż gdybyśmy na niego patrzali leżącego na ziemi. Przedmiot mały a blizki, może kąt optyczny równy w oku naszém robić, iak nny przedmiot większy, ale dalszy, a ta sama rzecz może robić kąt optyczny mni eyszy, gdy się oddala. Dla téy to przyczyny dwie linie równoległe, lub drzewa ulicy bardzo długiéy, w linii prostéy sadzone schodzić się zdaią; planety, chociaż większe są niektóre od naszéy ziemi, tak małe i płaskie nam się wydaią. Dla téy także

przy-

przyczyny przedmiot bliższy od drugiego, który chociaż w rzeczy saméy prędzéy bieży, piérwszy iednakże to iest bliższy, wydawać się nam może prędzéy biegnący, kiedy długość drogi drugiego dla swéy odległości robi kąt mnieyszy. Takowe przypadki zowią się *łudzeniami optycznemi* (fallàciae opticae).

O *Narzędziach optycznych.* Szkła wypukłe i zwiérciadła wklęsłe powiększaiąc kąt optyczny powiększaią obrazy przedmiotów; zgęszczaiąc promienie, iaśnieyszemi ie czynią, a w pewnéy odległości przewracaią nawet obrazy, a to iak wiemy, dla skrzyżowania się promieni w ognisku. Zaczęto więc składać szkła różnéy odległości ogniskowéy, iuż to dla powiększenia kąta optycznego, iuż dla odwrócenia przedmiotów i malowania ich w postawie naturalnéy, iuż nakoniec dla obiaśnienia obrazów bardzo odległych lub uniknienia kolorów: a stąd powstały różnego gatunku Teleskopy, Perspektywy i Lornetty. Teleskopy dzielą się na dwa gatunki: iedne złożone z samych soczewek, iak iest: Teleskop Galileusza, Keplera czyli astronomiczny, Perspektywa ziemska i t. p.; drugie złożone z soczewek i zwiérciadeł metalowych, iak iest Teleskop Newtona, Gregorego, Herszela. Piérwsze zowią się dyoptryczne, drugie Kata-dyoptryczne. Piérwsze mogą mieć kilka szkieł, z któ-

których iedno końcowe, to które ku przedmiotowi iest obrócone, zowie się *przedmiotowém* (vitrum objectivum), inne zaś zowią się *oczne* (oculariа); a w szczególności to, które iest piérwsze przy oku zowie się oczne piérwsze, inne po nim następnie idące zowią się, oczne drugie, oczne trzecie i t. d.

Narzędzia służące do powiększenia bardzo drobnych przedmiotów okiem niedoyrzanych, zowią się *Mikroskopy* czyli *Drobnowidze*. Te składaią się z samych soczewek wypukłych i są albo poiedyńcze, gdy maią tylko iedną soczewkę bardzo wypukłą, któréy odległość ogniskowa naywięcéy 6 liniiek wynosi; albo złożone, gdy prócz powyższéy soczewki, maią ieszcze dwie lub więcéy innych (*).

Są ieszcze inne Mikroskopy interesuiące zwane *Słonecznemi* (solaria), które istotnie składaią się z iednéy soczewki mocno wypukłéy, tak iak się w powyższych Mikroskopach używa, i tabliczki szklannéy przezroczystéy, na któréy się osadza przedmiot drobny dany, pyłek lub robaczek tuż zaraz przed soczewką. Soczewka ta z tabliczką swoią stawia się cokolwiek daléy przed ogni-

(*) Mikroskopy winny skutki swoie niezwyczaynemu przybliżeniu drobnych przedmiotów do oka, powiększeniu kąta optycznego i odnoszeniu przez oko nasze obrazów do odległości zwyczaynego widzenia.

zbliżaią się lub oddalaią, iest promień jeometryczny téyże kuli *CD* prowadzony z iéy środka do punktu wpadania.

Wystawiwszy soczewkę wypukłą na przeciwko promieni słonecznych, tak aby te, podobnie iak w zwiérciadle, padały równolegle do iéy osi, postrzeżemy na karcie białéy w pewnéy odległości punkt biały *F*, niezmiernie światły, w którym tak mocne ciepło iest, iż zapala papiér, drzewo, a nawet metale topi: i dla tego ten punkt zowie się *ogniskiem* soczewki. Jeźli iest soczewka z obu strón wypukła, odwróciwszy ią, otrzymamy znowu z drugiéy strony podobnież ognisko; soczewka przeto z obu strón wypukła, ma dwa ogniska *F* i *f*. Odległość tego punktu od powiérzchni łamiącéy, zowie się odległością ogniskową, która iest równa $\frac{11}{12}$ *CD*, promienia kulistości. Powiérzchnie szkieł łamiących nazwać można od położenia swego względem przedmiotu i oka: piérwszą *przedmiotową* (anterior), drugą *odoczną* (posterior).

Wziąwszy soczewkę z obu strón wklęsłą, nieotrzymamy żadnego ogniska ani z iednéy ani z drugiéy strony, ale tylko rozpryśnione w około promienie, coraz słabsze w miarę oddalenia karty z drugiéy strony nadstawionéy, które podobnie iak w zwiérciadłach wypukłych zdaią się wychodzić z punktu iakiegoś wewnątrz będą-

cego, w którymby się zeszły, gdyby były przeciągnione; lecz że się nieschodzą rzeczywiście, dla tego się zowie podobne ognisko uroioném albo *odiemném* (focus negativus): soczewka przeto wklęsła ma dwa ogniska odiemne. Stąd soczewki dzielą się na dwa rodzaie: iedne zbiéraiące, drugie rozrzucaiące promienie (fig. 41). Do piérwszych należą soczewki: 1) wypukło-wypukłe; 2) płasko wypukłe; 3) wklęsło-wypukłe, których powiérzchnia wypukła ma większą krzywiznę niż wklęsła; do drugich należą: 4) wklęsło-wklęsłe; 5) płasko-wklęsłe; 6) wypukło-wklęsłe, których powiérzchnia wklęsła ma większą krzywiznę, czyli iest łukiem promienia mnieyszego. Piérwszego rodzaiu soczewki są grubsze po środku niż po brzegach; a przeciwnie soczewki drugiego rodzaiu są cieńsze po środku.

Nadstawiwszy soczewkę wypukłą na przeciwko promieni słonecznych, iakośmy wyżéy widzieli, równolegle do iéy osi padaiących, promienie te przeszedłszy przez soczewkę, zbiorą się z drugiéy strony, w ieden punkt *F* zwany ogniskiem, którego odległość od powiérzchni wypukłéy, zowie się *odległością ogniskową* (distantia focalis) Na odwrót: postawiwszy świécę w ognisku *F*, z drugiéy strony nie zobaczymy żadnego obrazu, ale tylko blask mocny, co znaczy,

POLITECHNIKA Biblioteka Główna GDAŃSKA

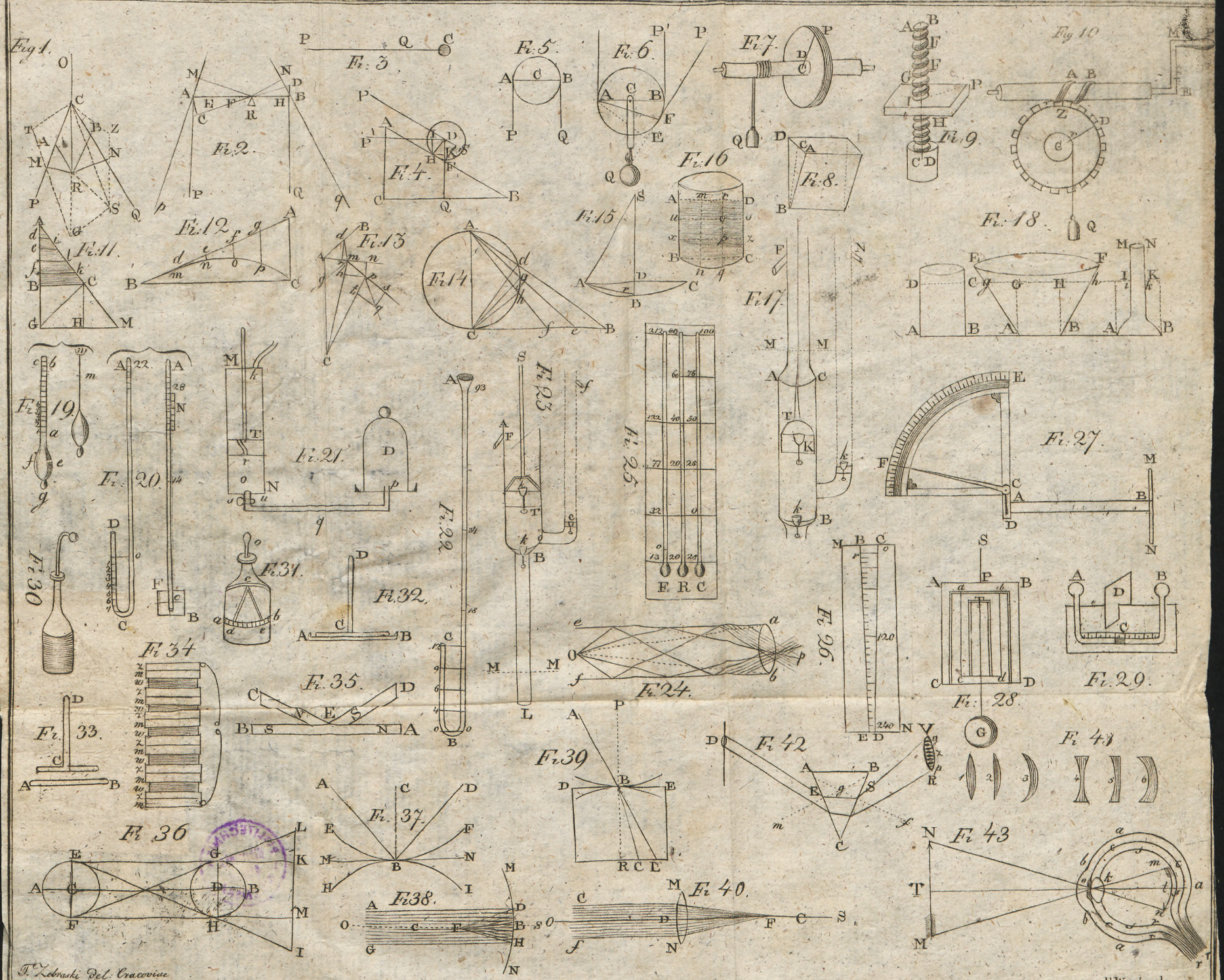
Fig 1.
Fig 2.
Fig 3.
Fig 4.
Fig 5.
Fig 6.
Fig 7.
Fig 8.
Fig 9.
Fig 10
Fig 11.
Fig 12.
Fig 13.
Fig 14.
Fig 15.
Fig 16.
Fig 17.
Fig 18.
Fig 19.
Fig 20.
Fig 21.
Fig 22.
Fig 23.
Fig 24.
Fig 25.
Fig 26.
Fig 27.
Fig 28.
Fig 29.
Fig 30.
Fig 31.
Fig 32.
Fig 33.
Fig 34
Fig 35.
Fig 36
Fig 37.
Fig 38.
Fig 39
Fig 40.
Fig 41
Fig 42
Fig 43
T. Zebrski Del. Cracoviae
P. Wrzkowski sc.

POLITECHNIKA
Biblioteka
Główna
GDAŃSKA

30,-

A Nr 059601

DOM KSIĄŻKI

Cena

zł 30 gr

DK - 28 d
1.54
Wzór Jednoraz. CWD, W-wa. 15973/K
2041 - Łak - 25.11.53 - 3000 bl. à 100 k.

BIBLIOTEKA GŁÓWNA
I 39461
Politechniki Gdańskiej