

5099

MIENIA M. BRZEZIŃSKIEGO

M. BRZEZIŃSKI

**KRÓTKA NAUKA
O CIAŁACH PRZYRODY
MARTWEJ**

ICH WŁASNOŚCIACH, PRZEMIANACH I ZNACZENIU

Wydanie jedenaste

Przejrzone i uzupełnione
przez D-ra WIKTORA LAMPEGO
Profesora Uniwersytetu Warszawskiego



WARSZAWA — 1932

»KSIĘGARNIA POLSKA« TOW. POLSKIEJ MACIERZY SZKOLNEJ



WYDAWNICTWO IMIENIA M. BRZEZIŃSKIEGO

M. BRZEZIŃSKI

**KRÓTKA NAUKA
O CIAŁACH PRZYRODY
MARTWEJ**

ICH WŁASNOŚCIACH, PRZEMIANACH I ZNACZENIU

Wydanie jedenaste

Przejrzone i uzupełnione
przez D-ra WIKTORA LAMPEGO
Profesora Uniwersytetu Warszawskiego



WARSZAWA — 1932

»KSIĘGARNIA POLSKA« TOW. POLSKIEJ MACIERZY SZKOLNEJ



5099

*Drukarnia T-wa
Polskiej Macierzy Szkolnej
Warszawa, Elektoralna 18.
Tel. 292-94.*

UP - Kraków BG



1050239861

SPIS RZECZY.

	Str.
Wstęp	5
I. Powietrze	7
II. Tlen, jego znaczenie i własności	23
III. Azot	28
IV. Dwutlenek węgla	34
V. Woda	41
VI. Piasek	56
VII. Gлина	59
VIII. Granit	64
IX. Ziemia rodzajna (gleba)	68
X. Wapienie	70
XI. Gips	80
XII. Siarka	83
XIII. Fosfor	90
XIV. Sól kuchenna	93
Kopalnia soli w Wieliczce	104
XV. Węgiel	107
XVI. Torf	129
XVII. Nafta	133
XVIII. Żelazo	141
XIX. Miedź	154
XX. Ołów	158
XXI. Cyna	162
XXII. Cynk	163
XXIII. Srebro	166
XXIV. Złoto i platyna	169
XXV. Rtęć i inne metale	175
XXVI. Pierwiaszki i ich połączenia	178
XXVII. Rad i jego własności	181

Spojrzyjmy uważnie dokoła siebie.

Nad głowami swojemi mamy nieskończony obszar **nieba** ze słońcem, księżycem i gwiazdami. Zewsząd otacza nas **powietrze**, w którym kłębią się i unoszą chmury, szumią wiatry, padają deszcze, śniegi i grady, w którym czasami huczą pioruny, przebiegają oślepiające błyskawice, a czasem jaśniej siedmiobarwna wstęga tęczy.

Pod stopami mamy **ziemię**, tę matkę-karmicielkę, która żywi miljardy **roślin i zwierząt** i nam ludziom dostarcza wszystkiego, co jest potrzebne do życia.

Zajrzyjmy w głąb ziemi. Znajdziemy w niej różnorodne **kamienie i skały, piaski, gliny, wapienie**, w niektórych miejscach rudę żelazną, a są kraje, w których prócz tego napotkamy złoto, srebro i setki innych **kopalin**. Na powierzchni ziemi widzimy zbiorniki **wód** rozlicznych: źródła i rzeki, błota i jeziora, olbrzymie morza i oceany.

Wszystko to, co nas otacza dokoła, a co Bóg mocą swoją stworzył i utrzymuje: niebo i gwiazdy, powietrze, wodę i ziemię, rośliny, zwierzęta i ludzi, nazywamy razem **przyrodą** albo naturą; a przedmioty składające się na przyrodę zwiemy ciałami przyrodzonymi lub **ciałami przyrody**. Nazwę taką dajemy im dla odróżnienia ich od ciał sztucznych, które człowiek pracą swoją zrobił z ciał przyrodzonych, jak: domy, sprzęty, narzędzia, dzieła nauki i sztuki.

Od kolebki aż do grobu otoczeni jesteśmy ciałami przyrody, z nich czerpiemy materiał na pożywienie i ubranie, na domy nasze, na wszystko, co zaspokaja potrzeby naszego życia. Na każdym kroku korzystamy z ciepła i światła słońca, z potęgą ognia, wiatru i wody, zaprzęgając te i inne siły przyrody

do pracy dla siebie. A przedewszystkiem sami jesteśmy dziećmi przyrody, sami stanowimy jej częśćkę i podlegamy jej siłom potężnym.

To też poznawać przyrodę, znać jak najdokładniej składające ją **ciała**, znać i rozumieć te zmiany, te **zjawiska**, jakie zachodzą nieustannie z ciałami przyrody, znać siły, które zjawiska te wywołują, i **prawa**, na mocy których siły te działają, jest koniecznym obowiązkiem każdego człowieka myślącego.

A poznać przyrodę nie trudno.

Jak wielka księga, dziwów i cudów pełna, stoi ona otwarta dla każdego, kto ma oczy do patrzenia, uszy do słuchania a rozum do pojmowania.

Szczególniej zaś ważne jest badanie i rozumienie przyrody dla tych, którzy całe życie wśród niej przebywają i wśród niej pracują, a więc dla rolników, ogrodników, leśników i innych mieszkańców wsi.

To mając na względzie, w szeregu krótkich pogadanek zamieścimy najważniejsze wiadomości **o ciałach martwych przyrody**, to jest o powietrzu, o wodzie i o kopalinach, które wchodzą w skład naszej ziemi; podamy ich własności i przemiany, a także znaczenie ich w całej przyrodzie, oraz pożytek z nich dla ludzi.

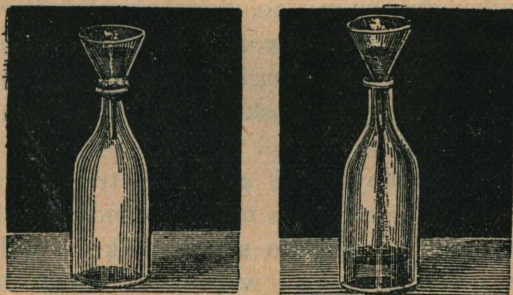
I. Powietrze.

Czy to prawda, że jest powietrze? — W jednej z bardzo zajmujących książek K. Promyka pod nagłówkiem: »Ciekawe zjawiska w świecie« znajduje się zaraz na początku zabawna a wielce pouczająca historia o tem, »Jak się Bartek z Wojtkiem założył i jak Wojtek wygrał«.

O cóż takiego im poszło?

O to, że Bartek dowodził, iż butelka, z której wylano ocet, jest pusta, a Wojtek twierdził, że nie jest pusta, że w niej **coś** jest. I na dowód, że coś jest w butelce, zrobił następującą próbę.

Do pustej butelki wstawił lejek, łojem czy woskiem zasmarował dobrze szparę pomiędzy szyjką a lejkiem i przez lejek wlewał do butelki wodę. Cóż się okazało?

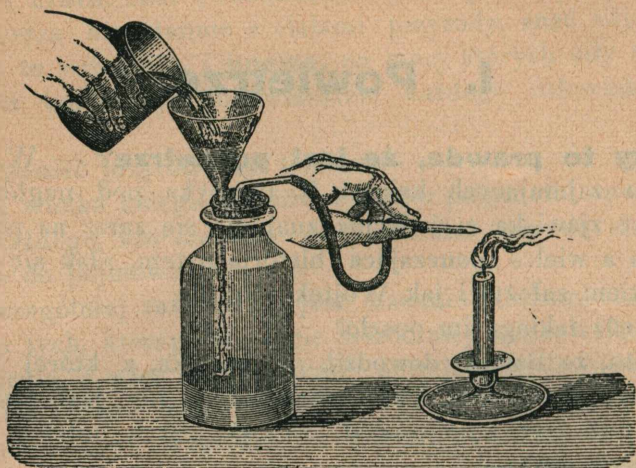


Rys. 1.

Woda nie wlewa się do butelki, jakby jej coś nie pusz-
czało. Rzeczywiście, nie puszczają wody do butelki **powietrze**,

które się tam znajdowało i nie mogło wyjść z butelki, bo szpara była zasmarowana. Skoro zaś uniesiono nieco lejek, powietrze szparą uszło i woda swobodnie wlała się do butelki.

W ten prosty sposób Wojtek przekonał Bartka, że w pustej napozór butelce znajduje się powietrze, i wygrał zakład. (Rys. 1).



Rys. 2.

Żeby lepiej jeszcze dowieść istnienia powietrza, możemy zrobić doświadczenie następujące. Weźmy butelkę lub słoiczek z szeroką szyjką: dopasujmy do niego szczelnie korek, w korku tym wypalmy drutem dwa otwory i wstawmy szczelnie w jeden otwór mały lejek, a w drugi cienką rurkę gumową. Rurki takie kupuje się w aptekach, składach aptecznych lub u optyków.

Teraz koniec wolny rurki gumowej trzeba zanurzyć do szklanki z wodą, a przez lejek nalewać wody do słoika. Wtedy powietrze, które znajdowało się w słoiku, wypchnięte przez wodę, będzie uciekało rurką i w postaci srebrzystych bąbków zacznie wychodzić przez wodę w szklance.

Można też koniec tej rurki skierować na płomień świecy, a wychodzące powietrze pochyli płomień, nawet może go zgasić. (Rys. 2).

Takimi i wielu innemi doświadczeniami można pokazać, że powietrze wypełnia puste napozór rurki, szklanki, butelki, słoiki i t. p.

Powietrze wypełnia też całą naszą izbę, znajduje się również na dworze i ciągnie się w górę wszędzie nad ziemią warstwą wysoką. Poruszając w izbie czy na dworze ręką, czujemy wyraźnie, jak coś usuwa się przed naszą ręką, przepływając nam między palcami. Tem czemś jest właśnie powietrze.

Gdy powietrze przepływa z miejsca na miejsce, powstaje **wiatr**, czasem lekki, łagodny, gdy powietrze przepływa niezbyt prędko, a niekiedy silny, burzliwy, który dachy zrywa i drzewa z korzeniami wywraca, gdy prędkość przepływu powietrza jest wielka.

Otoczeni zewsząd przez całe życie powietrzem, tak przywykamy do niego, że zapominamy o istnieniu tego niezmiernie ważnego ciała przyrody.

Przekonawszy się dowodnie, że powietrze naprawdę istnieje, pomówimy dalej o tem, czem jest powietrze, jakie są jego główne własności, z czego się ono składa i do czego nam służy.

Czem jest powietrze i do czego służy? Ciała przyrody różnią się między sobą swemi własnościami. Z własności tych najważniejszy jest **stan**, w jakim się ciała znajdują.

Jedne, jak kamień, kreda, są w **stanie stałym**, bo stale zachowują swoją postać, jeżeli ich nie rozbijemy na części.

Inne, jak woda, nafta, są w **stanie ciekłym**, bo **ciekną**, czy płyną, jeśli nie są objęte z dołu i boków naczyniem.

Inne wreszcie, jak powietrze, gaz świetlny, para wodna, są w **stanie lotnym**, gdyż ulatniają się na wszystkie strony, jeżeli nie zamkniemy ich jak najszczelniej w naczyniu ze wszech stron. Pierwsze ciała zwiemy ciałami **stałemi**; drugie — ciałami ciekłymi lub **cieczami** albo **płynami**; trzecie — ciałami gazowymi lub **gazami**.

Ciało może przechodzić wszystkie te stany skupienia; np. lód jest ciałem stałym, w cieple topi się i staje się wodą — ciałem ciekłym, które w gorącu przechodzi w stan pary, to jest stan gazowy, ulatnia się.

Powietrze, jak zaznaczyliśmy, jest jednym z gazów; jest to ten gaz, który otacza dokoła ziemię, w którym tedy całe życie przebywamy; przez całe życie wciągamy go nosem lub ustami do płuc, czyli **oddychamy** powietrzem. Tak samo oddychają nieustannie powietrzem wszystkie zwierzęta i wszystkie rośliny. Bez powietrza ani człowiek, ani zwierzę, ani roślina nie może oddychać: dusi się, umiera, ginie. Jest to więc gaz bardzo ważny, najważniejszy ze wszystkich: jest on niezbędny do oddychania, a zatem niezbędny do życia roślin, zwierząt i ludzi.

I jeszcze do czegoś więcej niezbędne jest powietrze: do palenia się świecy, drzewa, węgla, nafty, gazu i t. p. materiałów, zawierających węgiel. Zapalcie krótką świecę, postawcie ją na stole i nakryjcie szklanką do góry dnem odwróconą. Świeca bardzo prędko zgaśnie, bo zabraknie jej świeżego powietrza.

Zanim świeca zupełnie zgaśnie, unieście nieco szklankę i wpuście świeżego powietrza: gasnący płomień świecy powiększy się, będzie się ona dalej paliła.

Jak ta świeca, tak samo człowiek, zwierzę i roślina gasną czyli giną bez powietrza.

Widzieć powietrza nie możemy, bo jest ono prawie bezbarwne, zlekka tylko niebieskawe. Niebo wydaje nam się niebieskiem właśnie od barwy powietrza, którego gruba warstwa znajduje się nad nami. Czasami jednak widać powietrze, wtedy mianowicie, gdy dzień jest gorący i gdy spojrzymy ukośnie ponad pole lub łąkę: wówczas powietrze drga od gorąca, unosząc się w górę, i drganie to można zauważyć tuż ponad ziemią.

Powietrze nie przeszkadza nam widzieć poza sobą wszystkich rzeczy, nie zasłania ich, jak to robi np. dym lub mgła. Powietrze jest więc gazem przezroczystym.

Gdy ruszamy szybko ręką, powietrze rozbija się tak sa-

mo, jak gdy rozbijamy ręką wodę. Ma więc powietrze gęstość, ale niewielką. Jest ono 770 razy rzadsze od wody. Dlatego to daleko łatwiej przesuwac ręką w powietrzu, niż w wodzie.

Oczywiście, musi też powietrze być 770 razy lżejsze od wody, skoro jest tyle razy rzadsze.

Zrobiono taką próbę. Wzięto banię szklaną szczelnie zamkniętą, zawierającą cztery litry powietrza. Powieszono tę banię na koniec ramienia wagi (Rys. 3) i zważono. Okazało się, że bania waży dwa kilogramy i pięć gramów.

Potem wyciągnięto z bani powietrze — do czego jest osobna pompa — i znowu banię zważono. Teraz ważyła już tylko dwa kilogramy.

A zatem cztery litry powietrza ważą pięć gramów; tymczasem cztery litry wody ważą cztery kilogramy.

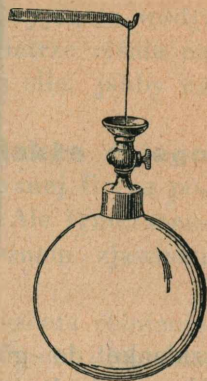
Można więc powiedzieć, że jest to ciało bardzo rzadkie i bardzo lekkie.

Ciekawa rzecz, czy też powietrze wszędzie jest jednakowo rzadkie i lekkie.

Otóż nie wszędzie. Na wysokich górach jest ono rzadsze, niż na nizinach lub nad morzem. Uczeń robił tak: wznosząc się wysoko nad ziemię, czy to przy wstępowaniu na góry, czy wzlatując balonami, nabierali na różnej wysokości banie powietrza szczelnie zamknięte i potem je wazyli. Okazało się, że im wyżej, tem powietrze waży mniej, skoro zaś mniej wazy, to widocznie im wyżej, tem staje się rzadsze.

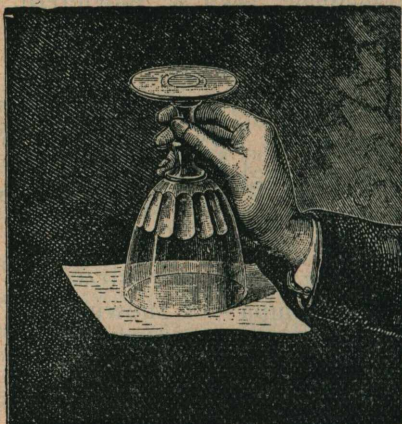
Na wysokości 5 do 6 kilometrów nad ziemią powietrze jest tak rzadkie, że oddychać trudno; a na wysokości 10 kilometrów zupełnie oddychać niepodobna.

Mówiliśmy, że nad nami jest gruba warstwa powietrza. Chociaż jest więc ono lekkie, naciska na ziemię ze znaczną siłą. Przytem ciśnie ono z dołu do góry, z góry na dół i z boków. To tak, jak z pierzyną. Przecież pierzyna jest lekka; ale nałożyć na człowieka dziesięć pierzyn, to się pod ich ciężarem udusi.



Rys. 3.

Nalejcie do szklanki (lub kieliszka) pełno wody, przykryjcie tę wodę szczelnie kawałkiem papieru i zręcznie odwróćcie



Rys. 4.

szklankę do góry dnem. Woda nie wyleje się ze szklanki. Dlaczego? Bo powietrze naciska z dołu i podtrzymuje papier. (Rys. 4).



Rys. 5.

Zróbcie to samo doświadczenie, ale szklanę z wodą i z papierem wstawcie do góry dnem do talerza napełnionego wodą, poczem ostrożnie wysuńcie pod wodą papier z pod szklanki. Pewno myślicie, że woda wyleje się ze szklanki? Bynajmniej! Woda ze szklanki nie wylewa się do talerza, choć szklanka do góry dnem na talerzu stoi, — bo powietrze naciśnięte z góry na wodę w talerzu i nie pozwala wypłynąć tej wodzie, która jest w szklance. Tak samo nie wylałaby się woda ze słoika i butelki, wypełnionej wodą i wstawionej szyjką do wody.

Ze ścisłych pomiarów okazało się, że powietrze ciśnięte na każdy centymetr kwadratowy np. stołu z taką siłą, jakby na tym centymetrze leżał 1 kilogram ciężaru.

Jeszcze o ciśnieniu powietrza, a także o jego zgęszczaniu i rozrzedzaniu. W nauce zwanej fizyką poznamy się dokładniej z ciśnieniem powietrza. Ale tymczasem musimy się choć paru szczegółów o tem ważnem zjawisku dowiedzieć.

Uczeni chcieli się przekonać, jaką siłę posiada ciśnienie powietrza. W tym celu brali rurę szklaną z dnem, długą na kilka metrów i napełniali ją całkowicie wodą; zamknawszy otwór rury palcem, odwracali ją do góry dnem i wstawiali otworem do talerza z wodą. Poczem palec pod wodą odejmowali. Okazało się, że — tak samo, jak w naszym doświadczeniu ze szklanką, czy kieliszkiem — woda nie wylewała się z rury, choć słup tej wody był teraz kilka metrów wysoki. Ale skoro wzięto rurę mającą nieco więcej nad dziesięć metrów wysokości, wtedy woda w tej rurze opadała i zatrzymywała się właśnie na wysokości dziesięciu metrów i 26 centymetrów. Cóż z tego wynika? To, że ciśnienie powietrza ma tyle tylko siły, że zdolne jest podtrzymać słup wody wysokości 1026 centymetrów (t. j. 10 metrów i 26 centymetrów), a więcej nie utrzyma.

To samo doświadczenie robiono potem z inną cieczą, mianowicie z rtęcią*) która jest 13 i pół razy cięższa od wody.

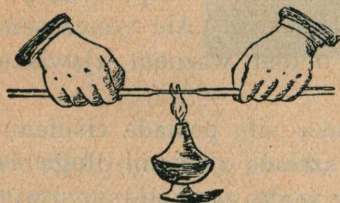
*) Ciecz gęsta, podobna do roztopionego srebra lub ołowiu; nazywa się inaczej żywe srebro. Rtęć widzieć można w rurce termometru, czyli cieplomierza.

Ciekawa rzecz, do jakiej też wysokości ciśnienie powietrza utrzymać może rtęć?

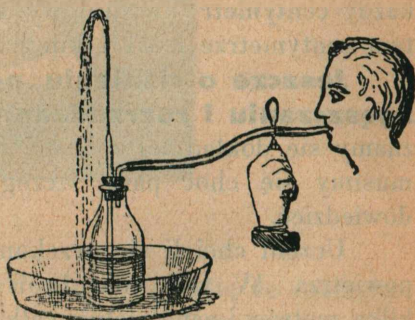
Oczywiście, do wysokości 13 i pół razy mniejszej, bo rtęć jest 13 i pół razy cięższa od wody.

Rzeczywiście. W rurce napełnionej rtęcią i wstawionej ostrożnie otwartym końcem do rtęci ciśnienie powietrza podtrzymuje rtęć na wysokości 76 centymetrów.

Taka rurka z rtęcią, przymocowana do deseczki i zaopatrzona u góry w podziałkę, zwykle dochodzącą do 80 centymetrów, zowie się **barometrem**.



Rys. 6.



Rys. 7.

Mając taki barometr, łatwo zauważyć, że rtęć w jego rurce niezawsze stoi **na wysokości 76 centymetrów**. Tak jednak bywa najczęściej — i wtedy ciśnienie powietrza zowiemy **zwykłym** (normalnem).

Ale kiedyindziej, np. przy stałej suszy i gorącu, rtęć wznosi się w rurce, dochodząc np. do 78 centymetrów. Mówimy wtedy, że »barometr idzie w górę«. Skądże to? — Widocznie stąd, że **powietrze naciska wtedy silniej**.

A znów bywa i tak, że rtęć w barometrze opada, np. do 72 centymetrów — jak się to zdarza przed burzą. To znów dlatego, że **powietrze ciśnie wtedy słabiej**.

A więc ciśnienie powietrza najczęściej bywa zwykle (normalne), ale może być wyższe albo niższe od zwykłego.

Zaraz zobaczymy, kiedy ciśnienie powietrza bywa wyższe od zwykłego.

Weźmy słoik szklany napełniony do połowy wodą i zatkajmy go szczelnie korkiem, przez który przechodzi rurka szklana, sięgająca prawie do dna słoika. Górny koniec rurki powinien być wąski, z małym otworkiem*) Przez ten sam korek przechodzi druga rurka, której koniec obejmujemy ustami i wdmuchujemy mocno powietrze do słoika. Z rurki będzie nam bił w górę wytrysk wody, czyli fontanna. (Rys. 7).

Co wypycha tę wodę?

Powietrze, które jest nad nią w słoiku. Powietrze to jest widocznie teraz silniejsze od powietrza w naszej izbie. Dlaczego? Bośmy to powietrze zgęścili, nadmuchawszy tam więcej powietrza.

Pokazuje się tedy, że powietrze zgęszczone naciska silniej od zwykłego.

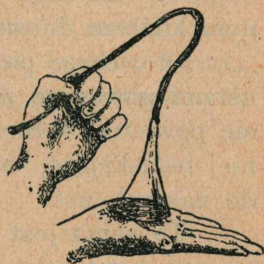
A teraz próbujemy rozrzedzić powietrze.

Biorę lejek szklany. Do szerokiego otworu przykładam ćwiartkę papieru, a wąski koniec biorę do ust i wciągam w siebie powietrze z lejka. Papier nie tylko nie odpadnie od lejka, choć go nie będę podtrzymywał ręką, ale nawet będzie się wgłębiał do środka, jakby go tam coś wypychało. Wpycha go ciśnienie powietrza w izbie, które jest większe, niż ciśnienie powietrza w lejku. Dlaczego? Bo w lejku powietrze jest rozrzedzone, a w izbie zwyczajne.

A więc **powietrze rozrzedzone ciśnie słabiej od zwykłego**. Zamiast ćwiartki papieru można przyłożyć lejek do dłoni. Co będzie — pokazuje rysunek 8-my.

Jeszcze jedno doświadczenie.

Mamy kolbę**) i korek z dwoma kanałami. Przez jeden kanał przechodzi rurka zgięta; przez drugi — prosta, sięgająca

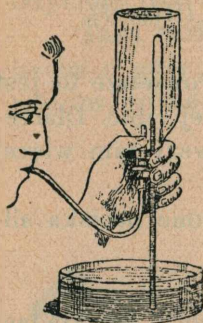


Rys. 8.

*) Cienkie rurki szklane łatwo mięknią w płomieniu lampki spirytusowej. Wtedy można je dowolnie zginać, rozciągać i przerywać — jak to widzimy wyobrażone na rysunku 6 ym. Po przerwaniu rurki rozciągniętej otrzymuje się 2 rurki zwężone na końcu.

**) Kolba — szeroka butelka szklana z długą szyjką.

do początku wydętej części kolby. Koniec tej rurki prostej zanurzamy do wody rozrobionej z mydłem (jak do puszczenia baniek mydlanych) — i następnie zatykamy naszym korkiem kolbę. Kropla wody mydlanej zwieszać się będzie na końcu rurki prostej. A teraz przez rurkę zgiętą wyciągamy ostrożnie powietrze z kolbki. Co będzie? Natychmiast kropla wody mydlanej zacznie się wydymać w piękną bańkę.



Rys. 9.

Co wydeło tę bańkę? Oczywiście powietrze zewnętrzne naszej izby, które teraz jest silniejsze, niż powietrze rozrzedzone w kolbie.

Można też przez rozrzedzenie powietrza wewnątrz słoika otrzymać wytrysk wody — jak to widać na rysunku 9-ym.

Jest pewien ważny przyrząd, który opiera się na ciśnieniu powietrza. Jest to zwyczajna **pompa**.

Żeby zrozumieć działanie pompy, wytłumaczmy sobie najpierw, dlaczego to przez rurkę czy słomkę, zanurzoną dolnym końcem do wody, można pić wodę.

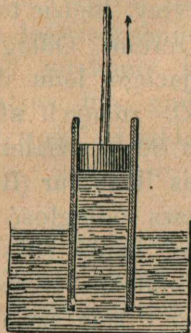
Oto, chcąc pić wodę przez rurkę, najpierw wyciągamy ustami powietrze z rurki, czyli rozrzedzamy je. W miarę jak się powietrze w rurce rozrzedza, powietrze zewnętrzne, jako silniej naciskające, wtłacza wodę do rurki, póki nie dojdzie ona do naszych ust.

To samo jest przy użyciu strzykawki, czyli sikawki. Jest to rura z zatyczką ruchomą, która wewnątrz rury może się przesuwac. Nazywa się ta zatyczka **tłokiem**. Gdy rurę zanurzymy do wody, a tłok będziemy wyciągali do góry, wtedy powietrze pod tłokiem rozrzedza się, — a więc powietrze zewnętrzne wciska wodę do rury. Naciskając potem tłok, wyrzucamy, czyli wytryskujemy tę wodę. (Rys. 10 i 11).

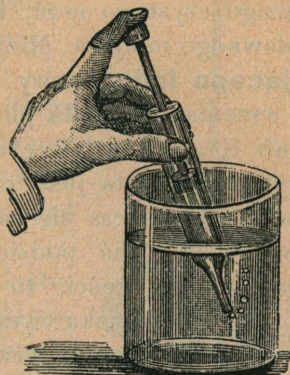
Pompa jest taką rurą z tłokiem ruchomym. Posiada ona jednak dwie klapy, otwierające się do góry: jedną na dnie, a drugą w tłoku. Gdy tłok przy pompowaniu idzie do góry, powietrze pod tłokiem rozrzedza się, przez co górna klapa

(w tłoku) zamyka się, a jednocześnie powietrze zewnętrzne podnosi do góry wodę, która otwiera sobie klapę dolną i wlewa się pod tłok.

Potem zaś, gdy tłok opuszcza się na dół, nacisk wody podnosi klapę w tłoku, a zamyka klapę dolną. Woda wydostaje się nad tłok, a później wypływa rurą boczną.



Rys. 10.



Rys. 11.

Przy pewnej zręczności można sobie zrobić model takiej pompy ssącej — z cylindra od lampy, paru korków i rurki szklanej. Klapy robi się z kawałków skórki, przymocowanych małymi gwoździkami.

O tem, co się dzieje przy ogrzewaniu powietrza.

Każdą rzecz, każde ciało można ogrzewać i oziębiać. To samo jest z powietrzem.

Przy ogrzewaniu przedewszystkiem powietrze staje się cieplejsze, czyli podwyższa się jego temperatura (ciepłota).

To powiększanie się temperatury powietrza poznajemy zapomocą naszego czucia, ale dokładniej można rozpoznać zapomocą **ciepłomierza**, czyli **termometru**. Termometr robi się w sposób następujący. Szkło, jak wiadomo, na gorąco topi

się, z czego korzystając zatapiamy rurkę szklaną na jednym końcu i przez to ją zamykamy. Do zamkniętej tak rurki nalewa się rtęci, poczem wstawia się do wrzącej destylowanej wody; pod wpływem ciepła rtęć rozszerza się; w miejscu, do którego sięga rtęć w rurce, robi się kreskę. Będzie to **punkt wrzenia wody**. Nad tym punktem zalutowuje się rurkę jak najdokładniej. Tak zalutowaną rurkę wstawia się następnie do topniejącego czystego lodu. Pod wpływem zimna rtęć skurczy się do dawnego miejsca. Miejsce to znaczymy. Będzie to **punkt topniejącego lodu**, który oznaczamy zerem. Odległość od punktu wrzenia wody do punktu topniejącego lodu dzielimy na 80 lub 100 równych części (podziałek), znanych **stopniami**. Gdy odległość ta jest podzielona na 80 podziałek, to na termometrze umieszcza się zazwyczaj napis Reaumur (Reomiur) lub literę R.; gdy zaś podzielimy powyższą odległość na termometrze na 100 części, to umieszczamy napis Celsius lub literę C. Są to nazwiska wynalazców ciepłomierza. Bywają jeszcze i inaczej urządzone termometry, lecz o tem szczegółowo jest opisane w fizyce*). Na termometrze robi się również podziałki takiej samej wielkości i poniżej zera. W praktyce przyjęto nazywać stopnie nad zerem stopniami ciepła i oznaczać je znakiem $+$, a stopnie poniżej zera stopniami zimna i oznaczać je znakiem $-$. Gdy np. w pokoju rtęć w termometrze R. znajduje się na 14-ej podziałce powyżej zera, mówimy, że w pokoju jest 14 stopni ciepła, i oznaczamy: $+ 14^{\circ}$ R. Gdy zaś rtęć w termometrze R. na dworze podczas zimy skurczy się do 8-ej podziałki poniżej zera, mówimy, że na dworze jest 8 stopni zimna, i oznaczamy: $- 8^{\circ}$ R.

Drugim zjawiskiem zależnem od ogrzewania powietrza jest jego rozszerzanie się. Dla przekonania się o tem, zróbmy następujące doświadczenie.

Kolbę zatykamy korkiem z rurką szklaną, w którą nabieramy kroplę wody. Przy zatykaniu kropla wody podniesie się nieco do góry i zatrzyma się w pewnym miejscu. Oznaczmy

*) W Rzeczypospolitej Polskiej wolno używać teraz (od roku 1932) tylko ciepłomierza Celsiusa (Celzjusza).

to miejsce papierkiem przyklepionym i dotknijmy kolby rękami. W tej chwili kropla wody wznosić się zacznie do góry. Dlaczego? Bo przez dotknięcie ciepłych rąk powietrze w kolbie ogrzało się i rozszerzyło, a więc musiało wypchnąć kroplę wody do góry. (Rys. 12).

Gdy odejmiemy ręce — kropla wody zacznie opadać, gdyż powietrze znowu się ochładza i kurczy do pewnej miary.

Inne doświadczenie.

Kolbę zatykamy korkiem z długą rurką szklaną lub gumową, zanurzamy koniec tej rurki do szklanki z wodą, a samą kolbkę ostrożnie ogrzewamy nad lampką.

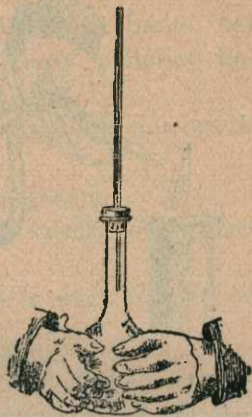
Natychmiast zaczął z rurki wydostawać się przez wodę w szklance bańki powietrza, które rozszerzyło się znacznie w kolbie i, nie mogąc się tam pomieścić, wydostaje się przez rurkę. Ogrzewając kolbę przez parę minut, można znaczną ilość powietrza stamtąd wypędzić.

Potem odsuwamy lampkę, żeby powietrze zaczęło stygnąć, i patrzymy, co z tego wyniknie. Widzimy, jak woda w rurce zaczyna się wznosić coraz wyżej, wypełniając powoli znaczną część kolby. Dlaczego woda teraz się podnosi? Powietrze w kolbie przy oziębianiu kurczy się; że zaś, póki zupełnie nie ostygnie, jest rzadsze od powietrza w izbie, przeto powietrze izby, jako gęstsze i silniejsze, wtłacza wodę do góry.

Doświadczeń podobnych można obmyślać mnóstwo. Np. powietrze wychodzące przy ogrzewaniu skierować na płomień świecy, jak na rys. 13.

Zróbmy jeszcze jedno doświadczenie.

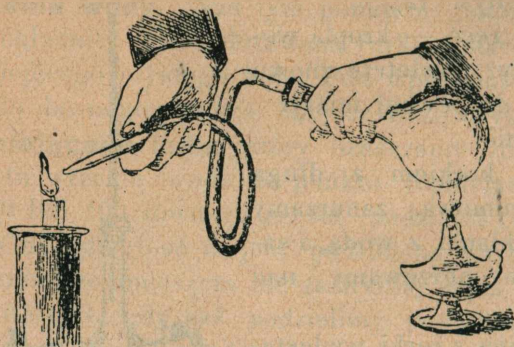
Bierzemy 2 kolby (albo słoik i kolbę); w jednej do połowy jest woda, druga kolba jest pusta — a właściwie napełniona powietrzem. Kolbę z wodą zatykamy korkiem z 2 kanałami. Przez jeden przechodzi rurka zwężona na górnym końcu a dolnym dochodząca prawie do dna wody; przez drugi kanał



Rys. 12.

przeprowadzamy rurkę, łączącą tę kolbę z pustą kolbą. Zestawienie przyrządu widzimy na rysunku 14-ym.

Teraz ogrzewamy powietrze w pustej kolbie. Natychmiast woda w drugiej kolbie zaczyna wznosić się rurką do góry i wychodzi w postaci pięknego wytrysku. Dlaczego tak jest — wytłumaczcie sobie sami.



Rys. 13.

Łatwo się domyślić, że skoro powietrze rozszerza się od ciepła, musi się stawać rzadszem, a jako rzadsze, musi też być lżejszem od po-

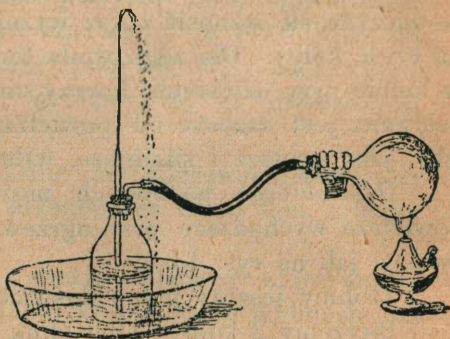
wietrza zwyczajnego, nieogranzonego.

To też, gdy się powietrze ogrzane z zimnem styka, cieplejsze unosi się do góry.

I prawda.

Ustawmy na stole krótką świecę zapaloną i nakryjmy ją cylindrem szklanym od lampy, ale pod cylinder podłożmy 3 zapalki albo drewnienka, żeby między stołem a cylindrem była szpara. Inaczej świeca mogłaby nam prędko zgasnąć.

Świeca będzie się paliła doskonale, płomień będzie wysoki — a od tego płomienia ogrzeje się powietrze w cylindrze. Czuć to nawet, trzymając rękę nad szkłem. Jeśli do cylindra wrzucimy zgrabnie bardzo lekkie ciało, na przykład kawałeczek bardzo puszystej waty, to wata będzie porwana do góry. Co ją porwało?



Rys. 14.

Powietrze ogrzane, które, jako lżejsze, unosi się z nad cylindra do góry.

Zamiatajmy to proste doświadczenie, bo ono posłuży nam do wytłumaczenia sobie, skąd się biorą wiatry na ziemi.

Na tej zasadzie, że powietrze ogrzane staje się lżejszem i unosi się w górę, przed 130 laty bracia Montgolfierowie we Francji obmyślili pierwsze **balony**. Były to wielkie banie, napęnlione powietrzem ogrzanem. I dziś niekiedy podobne balony puszczają w powietrze dla zabawy.

Zbierając razem to, cośmy mówili o ogrzaniu powietrza, przekonałiśmy się:

- 1) że powietrze ogrzane staje się cieplejszem;
- 2) że rozszerza się przez ogrzewanie, a kurczy przez oziębianie;
- 3) że powietrze ogrzane jest rzadsze, a więc lżejsze od powietrza zimnego.

Z czego się składa powietrze? — Z czegoż może się składać powietrze? Zdawałoby się, że powietrze składa się z powietrza — i koniec. Tak jednak nie jest. Powietrze jest mieszaniną dwóch gazów, jak o tem przekonywa następujące doświadczenie.

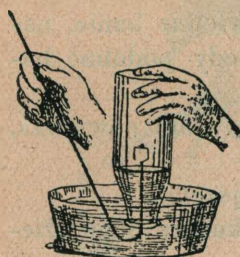
Na środku głębokiego talerza przylepiamy krótką świeczkę, zapalamy ją, a potem nalewamy na talerz wody. Świeczka będzie się oczywiście paliła, gdyż otoczona jest zewsząd powietrzem, które jej płomień zasila. Ale oto przykrywamy palącą się świecę słoikiem (albo szklanką) dnem do góry odwróconym. Patrzmy, co się dzieje. Płomień świecy zaczyna się zmniejszać, słabnąć, wreszcie zupełnie gaśnie, — a natomiast od dołu wchodzi teraz do słoika woda i napęlnia prawie pięć część jego. Widocznie czegoś ubyło pod słoikiem.

Otóż ubył jeden z tych gazów, z których składa się powietrze, i właśnie ten gaz, który zasilał płomień. Dlatego świeca zgasła, że gazu tego zabrakło. Dlatego też nieco wody weszło do słoika. (Rys. 15).

Gazem tym jest **tlen**. Tak się zowie, bo w nim tli się, czyli pali się drzewo, świeca, węgiel i tym podobne rzeczy.

A cóż zostało w słoiku?

Został drugi gaz, który płomienia nie zasila, a więc świeca w nim gaśnie. Gaz ten nazywa się **azotem**. Jest w po-



Rys. 15.

wietrzu cztery razy więcej azotu, niż tlen. Do palenia azot nie jest przydatny. Tam samo nieprzydatny jest do oddychania żywym stworzeniom: w samym azocie rośliny i zwierzęta duszą się na śmierć. Swoją drogą azot niezbędny jest w powietrzu do rozrzedzenia tlenu, który sam zbyt mocno podtrzymuje palenie i oddychanie. W czystym tlenie węgiel czy świeca spalają się nadzwyczaj szybko, a zwie-

rzęta tak mocno oddychają, że od tego giną. Trzeba tedy tlen czymś rozrzedzić: rozrzedza go właśnie azot.

To tak, jak z barszczem i solą. Smaczna i zdrowa jest sól, gdy wrzucimy jej łyżkę do barszczu; ale gdybyśmy wysypali do tego barszczu dziesięć łyżek soli, toby nam ta sól usta powykrzywiała.

A zatem: z czego się składa powietrze?

Powietrze jest mieszaniną dwu gazów: jednej części na miarę tlenu i czterech części azotu. Z nich tlen jest niezbędny do palenia i oddychania, azot zaś w powietrzu tylko rozrzedza tlen.

Porównajmy tlen do owsa, a azot do siewki ze słomy. Niech gospodarz weźmie 1 garniec pożywnego owsa na 4 garnce siewki i zmiesza wszystko razem, to będzie miał 5 garncy mieszaniny owsa z siewką. Tak samo w każdych 5 garncach powietrza zmieszany jest garniec tlenu z czterema garncami azotu.

Tak jest mniej więcej, W rzeczywistości jednak w powietrzu oprócz tlenu i azotu znajdują się jeszcze inne gazy, z których najważniejsze są: **para wodna i dwutlenek węgla**. Wreszcie w powietrzu unoszą się drobne, często niedojrzane okiem cząsteczki, oderwane od różnych ciał, składające

kurz i pył, oraz niezliczone nasionka drobniutkich żyjatek, zwanych **bakterjami**. Pyłki te widzimy, gdy stajemy z boku smugi światła, wchodzącej przez szparę do ciemnej izby.

II. Tlen, jego znaczenie i własności.

Pomówimy teraz o **tlenie**.

Żeby go poznać, trzeba go przedewszystkiem mieć, trzeba go wiedzieć, wypróbować.

Skąd jednak wziąć czystego tlenu?

Najprościej byłoby otrzymać go z powietrza. Ponieważ powietrze jest mieszaniną tlenu z azotem, więc, oddzieliwszy azot, możnaby czysty tlen otrzymać.

Prawda. Ale to praca bardzo trudna, głównie z tego powodu, że azot mało z którym ciałem się łączy, a więc nie daje się oddzielić od tlenu.

Na nasze szczęście tlen jest nietylko w powietrzu, ale i w bardzo wielu innych ciałach przyrody, — a między nimi są takie, z których gaz ten z łatwością się wydziela.

Naprzykład, sprzedają w aptekach pewien biały, do cukru małego podobny proszek, który zowie się: **sól Bertoleta (Bertholleta)**. Znamy go również pod nazwą »kali chlorikum« (kali chloricum).

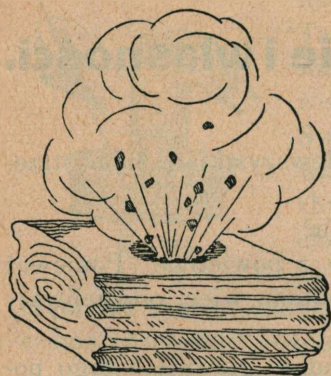
To bardzo ciekawy proszek.

Rzucam szczyptę jego na ogień: zapala się z sykiem, wydając jaskrawe światło jasnofioletkowe.

Dotykam tej soli Bertholleta otóżnie płomieniem drewnianka — nie chce się palić. Dotykam rozżarzonym węglem — zapala się z wybuchem.

Sypię tę sól do dołka, wyżłobionego w kawałku węgla drzewnego, mieszam z miałem węglowym i dotykam rozżarzonym drewniankiem. Następuje silny wybuch, sól pali się. smaży, gotuje jak w kotle, wydając mnóstwo białawego dymu. (Rysunek 16).

Z powodu takiego zachowania się, używają soli Bertholleta do ogni sztucznych. Trzeba jednak wiedzieć, że jest to materiał niebezpieczny, który wybuchu przy zapalaniu się. Wybuchu nawet przy tarcu. Jeśli rozcieramy proszek tej soli na talerzu, słyszymy trzask od drobnych wybuchów. Przy nie-



Rys. 16.

ostrożności bywają z tego smutne wypadki. Pewien uczeń aptekarski, przygotowując ogień sztuczny, nasypał soli Bertholleta, do moździerza i rozbijał ją tłuczkiem. Sól zaczęła trzaskać, aż nagle wybuchła gwałtownie, rozerwała moździerz i nieostrożny chłopiec został zabity.

Wszystkie powyższe dziwne, jakie wyprawia sól Bertholleta: i jej trzask, i smażenie się z węglem, wybuchanie — zawdzięcza ona łatwości, z jaką wydziela się z niej tlen. Jest w niej tlen ściśle spojony, związany z dwoma innymi ciałami

(gazem **chlorem** i metalem **potasem**), ale przy lada ogrzaniu odłącza się od nich.

Skorzystamy z tego dla otrzymania czystego tlenu z soli Bertholleta.

W tym celu weźmy próbkę*) z korkiem, przez który przechodzi rurka szklana. W tej próbówce będziemy nad lampką spirytusową**) ogrzewali sól Bertholleta. Że jednak

*) Próbką zowie się rodzaj szerokiej a krótkiej rurki szklanej z bardzo cienkimi ściankami, z denkiem zakrąglonym u spodu; próbówka taka służy do ogrzewania różnych płynów i proszków przy próbach i doświadczeniach naukowych. Próbówek trzeba mieć kilka na zapas. Do ustawienia próbówek należy zrobić lub kupić drewnianą podstawkę.

**) Lampka spirytusowa jest przyrządem niezbędnym do doświadczeń. Kupuje się ją w sklepach ze szkłem i składach aptecznych. Pali się w niej spirytus drzewny, jako najtańszy. Dobra lampka powinna mieć kołpaczek szklany do gaszenia płomienia i szczelnego pokrywania knota, żeby się spirytus nie ulatniał na próżno. Prócz tego powinna lampka mieć z boku kanałik z korkiem szklanym, żeby tedy łatwiej było nalewać spirytus. (Rys. 17).

mogłaby ona zbyt żywo się rozkładać, a przez to mogłaby wybuchnąć, więc mieszamy ją z piaskiem.

Wymieszajmy tedy dobrze pół na pół sól Bertholleta z czystym i suchym piaskiem, nasypmy trzecią część próbowki i zacznijmy ogrzewać.

Początkowo zmiany żadnej nie widać. Ale już po paru minutach w szarej mieszaninie wewnątrz próbowki zaczynają się ukazywać małe iskierki. Zbliżamy teraz do końca rurki rozżarzone drewnisko — i cóż? Drewnisko natychmiast się zapala. Próbowujemy drugi i trzeci raz — zawsze to samo.

Widocznie z rurki wychodzi taki gaz, w którym drewnisko może się palić, czy tlić — wychodzi **tlen**.

Ale dla nas niewielka z tego tlenu pociecha, bo ucieka on zaraz w powietrze i ani go nawet widać.

Szkoda tego uciekającego tlenu!

Możemy go jednak łatwo zebrać do butelki, słoika lub do małej bańki szklanej, czyli kolbki *).

Zrobimy to tak.

Na talerz głęboki nalewam wody. Napełniam wodą słoik do samego wierzchu, nakrywam papierkiem, odwracam do góry dnem i wstawiam szyjką do wody na talerzu. Odejmuję ostrożnie papierek pod wodą. Woda ze słoika jednak nie wy-leje się, gdyż, jak wiemy, podtrzymuje ją ciśnienie powietrza z góry na wodę w talerzu.

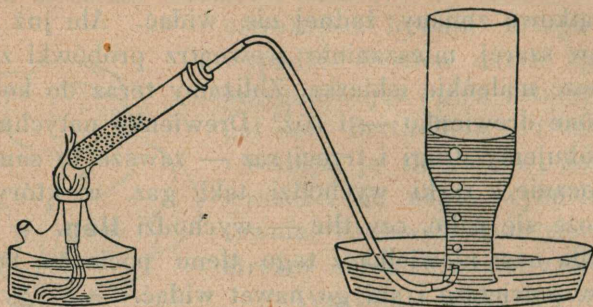
Mamy więc słoik napełniony wodą. A chodzi nam o to, żeby zamiast wody znalazł się w nim tlen, który teraz marnuje się nam, wychodząc z rurki na izbę. Jak to zrobić?

Bardzo łatwo.

Uniósłszy ostrożnie — pod wodą — brzeg szyjki słoika, podsuniemy w szyjkę koniec rurki, którą tlen wychodzi. Natychmiast zobaczymy, jak z rurki wymykać się będą w górę srebrzyste bańki przejrzystego, bezbarwnego gazu, a wypychając wodę, zbierać się będą ponad nią w słoiku.

*) Kolbą nazywamy bańkę z płaskim dnem i szyjką, podobną do małej karafki. Kolby wyrabiają z dobrego szkła, niełatwo pękającego na ogniu. Sprzedają kolby tam, gdzie i próbowki. Kto robi doświadczenia, musi koniecznie posiadać kilka próbowek i ze dwie kolby.

Ogrzewając wciąż próbkę z solą Bertholleta, poczekajmy parę minut, a wszystka woda ze słoika wypłynie na talerz, miejsce zaś jej zajmie przezroczysty, bezbarwny, do powietrza podobny gaz — tlen. (Rys. 17).



Rys. 17.

Chcąc poznać własności tlenu, dobrze jest naprzód ze trzy kolbki tego gazu przygotować sobie w sposób powyższy i, zakorkowawszy, przechować do prób następujących. Odektajmy jedną bańkę z tlenem i włóżmy tam na druciku kawałek rozżarzonego węgla. Węgiel rozpali się mocno, rozsypując obficie iskry i wydając mocne, oślepiające światło. Jeśli węgiel był nieduży, a zapas tlenu znaczny, to węgiel spali się całkowicie, pozostawiając zaledwie szczyptę popiołu. Tak samo spaliłoby się drewnenko.

Do drugiej kolbki wsuniemy ostrożnie świeczkę woskową świeżo zadmuchniętą, z lekko żarzącym się knotem. Świeczka zapali się natychmiast sama w tlenie i palić się będzie płomieniem bardzo mocnym, znacznie lepiej, niż w powietrzu. Musi tak być, bo w powietrzu jest pięć razy mniej tlenu, niż w naszej kolbce, a przecież tylko tlen podtrzymuje palenie.

Do trzeciej kolbki włożymy cieniutki drucik żelazny, skręcony w sprężynkę i rozżarzony na końcu zapomocą zatkniętego węgielka. Żelazo zacznie się palić w tlenie, rozsypując prześliczne, do gwiazdek podobne iskierki. Jeszcze piękniej paliłby się kawałek siarki.

Tak więc węgiel, świeca, drzewo, siarka, nawet żelazo

pali się w tlenie. To stanowi główną i najważniejszą własność tego gazu.

Jak rozumieć palenie się na przykład węgla w tlenie?

Jest to bardzo żywe łączenie się węgla z tlenem w nowe ciało, niepodobne ani do węgla, ani do tlenu. Ciałem tem złożonem z węgla i tlenu, związanych ze sobą zupełnie, jest gaz, zwany dwutlenkiem węgla. A zatem dwutlenek węgla jest **związkiem węgla z tlenem**; związek ten powstaje przy paleniu się węgla.

Tak samo przy paleniu się świecy lub drewna, czy to w tlenie czystym, czy w powietrzu, węgiel ich łączy się z tlenem, dając ten sam związek — dwutlenek węgla.

Przy paleniu się siarki w tlenie tworzy się **związek siarki z tlenem** (dwutlenek siarki); przy paleniu żelaza — **związek żelaza z tlenem**.

Przy takim paleniu się powstaje zarazem mocne ciepło i światło. A że palenie niemożliwe jest bez tlenu, więc bez tlenu nie mielibyśmy ognia ani ciepła, nie mielibyśmy tej potężnej a tak dostępnej dla nas siły, która gotuje nam potrawy, ogrzewa mieszkania, topi szkło, żelazo i inne metale, wypala glinę, wytwarza parę, poruszającą maszyny naszych fabryk, parowozów, parostatków.

Bez tlenu nie mielibyśmy światła naszych kominków, świec, lamp naftowych ani gazowych; boć we wszystkich tych przyrządach światło powstaje przez łączenie się węgla z tlenem.

Bez tlenu, co najważniejsza, nie mogłyby oddychać, a więc żyć, rośliny, zwierzęta i ludzie. Gdyby zginął tlen z powietrza, na ziemi zapanowałaby natychmiast śmierć prawie wszystkich istot żyjących.

Tlen jest siłodajnem i życiodajnem ciałem. A ta wielka potęga jego jest wynikiem tej jego własności, że łatwo i żywo łączy się on w związki chemiczne z węglem i z wielu innemi ciałami.

To też tlen jest nietylko najważniejszą składową częścią powietrza, ale jednym z najważniejszych ciał przyrody. Wdzieliśmy go w powietrzu, wydobyliśmy z soli Bertholleta. Ale ten sam gaz wchodzi także w skład wody, spirytusu, pia-

sku, gliny, wapna, kredy, rud żelaza; jest on w najmniejszym kawałku każdej rośliny, w ciele zwierząt i ludzi, oraz w wielu z tych ciał, które pochodzą z roślin, zwierząt lub ludzi.

To też nieraz jeszcze będziemy o tlenie mówili.

III. A z o t.

Zkolei poznamy się z azotem, drugim gazem, który znajduje się w powietrzu. Wiemy już, że tlenu jest w powietrzu jedna piąta część na miarę, czyli około 20 części na sto, azotu zaś cztery piąte części, czyli 80 na sto. Mówiliśmy też, że azot w powietrzu rozrzedza tlen, który jest tak mocny, że czystym tlenem oddychać nie można; w czystym tlenie rośliny i zwierzęta giną wskutek zbyt szybkiego oddychania.

Azot posiada ogromne na świecie znaczenie, jak się zaraz przekonamy.

Azot choć z pozoru podobny jest do tlenu, bo także jest bezbarwny, przezroczysty, nie ma smaku ani zapachu, — ale zachowuje się zupełnie inaczej, niż tlen. Tlen łatwo łączy się z różnemi ciałami, azot łączy się bardzo trudno. Jednak jest wiele ciał zawierających w sobie azot. Ciała takie nazywać będziemy **związkami azotowemi**. Otóż nie tyle sam azot, co te różne jego związki są niezmiernie ważne w przyrodzie.

Najważniejszym ze związków azotowych jest **białko**. Jest to ten materiał, z którego składa się część jaja ptasiego, np. jaja kurzego. Białko jest związkiem azotu z tlenem, węglem, wodą, oraz jeszcze kilku innemi ciałami. Że zaś z jajka rozwija się kurczę, przeto wszystkie części ciała kurczęcia również zbudowane są z białka, a więc zawierają azot. Nawet w kościach kurczęcia jest białko; gdy kości długo gotujemy, otrzymujemy klej, a w tym kleju znajduje się białko.

To samo, co mówimy o kurczęciu, stosuje się do wszystkich ptaków i innych zwierząt, a także do ludzi. Mięso zwierząt, ich mózg, skóra, mleko, jaja, nawet rogi i włosy, zawierają azot.

Wszystkie te ciała nazywamy z tego powodu **związkami białkowymi** albo **azotowymi**. Wszelkie pokarmy pochodzące ze zwierząt są białkowe.

Gdy człowiek je mięso, mózg, flaki, wątrobę, krew zwierząt, jaja ptasie, gdy pije mleko, albo je ser, we wszystkich tych pokarmach dostarcza swemu ciału pożywienia azotowego, czyli białka.

Białko jest więc nietylko w zwierzętach, ale i w ludziach.

I ciało roślin zawiera wiele białka. Jedne rośliny lub ich części zawierają więcej białka, inne mniej, ale białko w nich jest. Dla odróżnienia mówimy: **białko roślinne i białko zwierzęce**, lecz w gruncie rzeczy jest to jedno. Wszelkie grochy, kapusta, ziarna zbóż, łubin, koniczyna, seradela, wyka zawierają dużo pożywnego białka.

Oto dlaczego taki pożywny jest groch, fasola, bób; dlaczego pożywny jest chleb, kasza, kapusta. Tymczasem ziemniaki mają białka bardzo mało i dlatego są znacznie mniej pożywne.

Powtórzmy sobie jeszcze raz nasze rozumowanie.

Ciało ludzkie składa się przeważnie z białka, a zatem potrzebuje dużo białka do swego pożywienia. Białka dostarczają ciału ludzkiemu pokarmy zwierzęce i roślinne. Do zwierząt mięsożernych białko dostaje się z innych zwierząt, zwykle roślinożernych, np. do kota z myszy. Ale do zwierząt roślinożernych białko dostaje się z roślin. Ostatecznie więc rośliny dostarczają białka zwierzętom i ludziom. Że zaś w białku jest azot, przeto rośliny do wyrobienia w sobie białka potrzebują azotu.

Pytanie: skąd rośliny czerpią azot?

Doświadczenia pokazały, że rośliny czerpią azot głównie z ziemi, pochłaniając korzeniami różne związki azotowe, jakie znajdują się w wilgoci ziemnej.

Jakież to są te związki azotowe?

Dwa są główne rodzaje związków azotowych w ziemi: **amonjak i kwas azotowy**.

Poznajmy się najpierw z **amonjakiem**.

Jest to gaz z bardzo mocnym zapachem; rozpuszcza się

bardzo łatwo w wodzie i dlatego sprzedają go w aptekach zawsze rozpuszczony w wodzie. Sam amonjak składa się z azotu i wodoru, gazu, który niezadługo poznamy.

Amonjak znajduje się prawie wszędzie w powietrzu, ale w małej ilości; tylko tam, gdzie gniją jakiekolwiek części roślinne lub zwierzęce, wydziela się dużo amonjaku. W ogromnej ilości wydziela się amonjak z moczu i kału ludzi i zwierząt; dlatego czuć go tak mocno w stajniach, oborach, miejscach ustępowych, z naczyń nocnych źle wyparzonych, w miejscach, gdzie konie lub bydło mocz oddawały. Z tych wszystkich miejsc ulatnia się amonjak w powietrze.

Otóż trzeba wiedzieć, że amonjak posiada w wysokim stopniu zdolność łączenia się z wielu innymi ciałami, dając związki zwane **solami amonowymi**. Taką solą amonową jest np. salmjak, który w postaci białego proszku można kupić w aptece. W stajniach, oborach i t. p. salmjak często osiada na murach w kształcie drobnych, błyszczących ziarneczek.

I czysty amonjak, i sole amonowe bardzo łatwo rozpuszczają się w wodzie; więc deszcz spłókuje amonjak z powietrza, woda rozpuszcza go na powierzchni ziemi, i w ten sposób z wodą amonjak dostaje się do gruntu. Tam łączy się on z rozmaitymi ciałami, dając sole amonowe, które rośliny wraz z wodą czerpią korzeniami.

Im więcej amonjaku, a więc i azotu, jest w gruncie, tem bujniej rozwijają się rośliny. Na polu czy łące najbujniej rośnie kępa zboża lub trawy tam, gdzie koń pozostawił mocz.

Roślinom dzikim wystarcza ten azot, który wody spłókuje z powietrza z amonjakiem. Roślinom uprawnym dostarczamy azotu sztucznie w postaci gnojówki i nawozów bydłowych, końskich i t. p., które zawierają wielką ilość amonjaku, a więc i azotu.

Dobry gospodarz dba o nawóz, zbiera go, przerabia, uważa go za skarb prawdziwy. I to jest skarb, a właściwie skarbiec, zawierający wielkie bogactwo azotu. Tym azotem żywią się nasze zboża, kartofle, warzywa, owoce; łączą go w sobie z tlenem, węglem i innymi ciałami i wyrabiają z niego własne ciało, wyrabiają białko, które później nam służy za pożywienie.

Amonjaku używa się w farbiarstwie, do wywabiania plam tłustych, w lecznictwie i t. d.

Dla ciekawości zróbmy następującą próbę z amonjakiem. Kupmy w składzie aptecznym papieru zwanego lakmusowym; jeśli będzie niebieskawy, to umoczymy go w occie lub innym kwasie — a zaraz szczerwienieje. Potrzymajmy czerwony paperek lakmusowy nad amonjakiem: natychmiast stanie się niebieskim. Przyczyną tego jest, że amonjak niszczy kwasy. Dlatego, gdy kogo ukąsi pszczoła, niech posmaruje rękę amonjakiem, to on zniszczy piekący kwas, którego pszczoła napuściła do ranki.

Drugim związkiem azotowym niezbędnym dla roślin jest **kwas azotowy**. Składa się on z azotu, tlenu i wodoru. Jest to płyn bezbarwny, a ma nadzwyczaj kwaśny, gryzący smak i słaby zapach. Stojąc na świetle, żółknie. Bardzo wiele ciał rozpuszcza się w kwasie azotowym, dając z nim różne związki.

Związek metalu potasu z kwasem azotowym jest to **saletra potasowa**, sól słonawo-kwaskowatego smaku, rozpuszczalna w wodzie i rozkładająca się w ogniu.

Inny gatunek saletry, zawierający metal sód, zowie się saletrą sodową, czyli chilijską, od kraju amerykańskiego Chile, skąd ją w znacznej ilości przywożą.

Proch bezdymny i dynamit są również związkami kwasu azotowego, silnie wybuchającymi.

Niezmiernie łatwo łączy się kwas azotowy z amonjakiem, dając ciało mające w sobie dużo azotu.

Z tych różnorodnych związków kwasu azotowego na największą uwagę zasługuje **saletra i związek z amonjakiem**; są to bowiem ciała, które najwięcej dostarczają roślinom azotu. Bardzo często używamy saletry jako nawozu azotowego. Saletra działa doskonale na rozwój drzew owocowych, dokoła których na wiosnę ją rozsypujemy.

W przyrodzie kwas azotowy tworzy się sam w sposób następujący. Pewna część azotu powietrznego podczas burz piorunowych, pod wpływem elektryczności, łączy się z tlenem

i wodą, dając kwas azotowy, który z deszczem dostaje się do ziemi. Każda burza połączona z błyskawicami i piorunami dostarcza ziemi kwasu azotowego.

Ale znacznie większa ilość tego ważnego kwasu powstaje inaczej, mianowicie z amonjaku, wszędzie tam, gdzie gniją martwe części czy odpadki z roślin i zwierząt. Szczególniej nad polami, gdzie gniją pozostałe w ziemi korzonki roślin lub dodany nawóz, unosi się dużo amonjaku. Otóż amonjak ten z deszczem zostaje spłókaný do ziemi i przez ziemię i wodę gruntownie pochłonięty. Obliczono, że mórg ziemi pochłania rocznie z powietrza do 50 kilogramów amonjaku.

Tutaj zaczyna się dziwna dola tego pochłoniętego amonjaku. Oto okazuje się, że w każdym gruncie, szczególniej dobrze uprawionym i znawożonym, żyje mnóstwo drobnutkich żyjatek, zwanych bakterjami. One to sprawiają, że do amonjaku przyłącza się z powietrza tlen, przez co powstaje kwas azotowy.

W ziemi kwas azotowy napotyka rozmaite ciała, z którymi się łączy, a więc potas, sól, wapno, amonjak. Z połączenia tego powstają sole azotowe, jak saletra i inne. Wszystkie te sole rozpuszczają się w wodzie i z nią razem przez korzenie dostają się do roślin, gdzie azot ich idzie na wytworzenie białka roślinnego.

Na tem nie kończy się wędrówka azotu.

Gdy roślina gnije, ulatnia się z niej amonjak, który znów unosi się w powietrzu, póki się nie dostanie do ziemi.

Gdy roślinę zje zwierzę, np. krowa, wszystek azot tej rośliny przejdzie w ciało zwierzęcia. Ale wraz z moczem i odchodami zwierzęcia część tego azotu potem dostaje się do ziemi, gdzie przy gniciu tych odchodów znów wydaje amonjak. To samo dzieje się po śmierci zwierzęcia, przy rozkładzie jego ciała. W ten sposób azot znów powraca do powietrza.

Są jednak rośliny, które czerpią dla siebie azot nietylko z gruntu, z nawozów, lecz otrzymują go inną jeszcze drogą, wprost z powietrza. Takimi są: łubin, koniczyna, seradela i wogóle rośliny strączkowe.

Wiadomo, że rozwijają się one dobrze nawet w ziemi słabo znawożonej: one same wzbogacają rolę w azot, same służą za nawóz, na którym następnie zboża i inne rośliny doskonale się rozwijają.

Okazało się z badań, że azotu tego dostarczają roślinom strączkowym, a przez nie gruntowi, inne znów bakterje, które żyją na korzeniach tych roślin. Każdy wie, że na korzeniach łubinu, koniczyny, seradeli są brodawki różnej wielkości. Rozpatrując te brodawki przez szkła bardzo mocno powiększające, uczeni badacze spostrzegli, że w tych brodawkach, w tych naroślach, żyją i rozwijają się bakterje, które nazwano korzeniowemi. One to czerpią dla siebie azot z powietrza, które przechodzi do gruntu: kosztem tego azotu rosną one, rozwijają się, rozmnażają się a wkońcu zamierają, pozostawiając w gruncie nieskończone mnóstwo swoich ciał, stanowiących prawdziwy zapas pożywienia azotowego dla roślin.

Widzieliśmy powyżej, jak kwas azotowy powstaje w gruncie, jak tworzą się z niego sole azotowe, któremi karmią się rośliny.

Sztucznie otrzymujemy kwas azotowy w fabrykach, ogrzewając saletrę z kwasem siarkowym, czyli siarczanym. Wtedy powstaje kwas azotowy i ulatnia się w postaci pary, którą skraplamy w chłodnem naczyniu.

Obecnie w odpowiednio urządzonych piecach elektrycznych, obmyślonych przez prezydenta naszego państwa, zarazem wielkiego uczonego, profesora Ignacego Mościckiego, otrzymujemy kwas azotowy wprost z powietrza przez łączenie azotu z tlenem i z wodą.

Kwas azotowy używa się do czyszczenia metali oraz do otrzymywania różnych ciał silnie wybuchających, jak dynamit, proch bezdymny, celuloid i inne.

Tak więc, bliższe zaznajomienie się z azotem nauczyło nas, że gaz ten, tak pozornie nieczynny, jest jednak niezmiernie ważny, niezbędny do budowy ciała roślin, zwierząt i ludzi; związki zaś jego: białko, amonjak, sole amonowe, kwas azotowy, saletra i inne sole azotowe, należą do ciał pierwszorzędowego znaczenia na świecie.

IV. Dwutlenek węgla.

W poprzednich rozdziałach mówiliśmy o tem, że powietrze składa się z tlenu i azotu, i rozpatrzyliśmy własności oraz znaczenie tych dwóch ważnych ciał przyrody.

W powietrzu znajdują się, oprócz tlenu, azotu, jeszcze inne gazy, mianowicie: **dwutlenek węgla i para wodna**. Zapoznamy się obecnie z **dwutlenkiem węgla**.

Jest go w powietrzu niedużo: w każdych 10 tysiącach litrów powietrza mieszczą się zazwyczaj 4 litry rozpuszczonego w nim dwutlenku węgla. Ale może go być i więcej. Tak w izbie zamkniętej, gdzie jest kilka osób, w kościele podczas nabożeństwa, w oborze, stajni, w izbach fermentacyjnych w gorzelniach i browarach jest dwutlenku węgla znacznie więcej.

Są tu i ówdzie na ziemi miejsca, gdzie gaz ten wydobywa się z głębi ziemi, ze szczelin, z otworów gór wulkanicznych, zbiera się w jaskiniach, starych studniach, kopalniach i t. p.

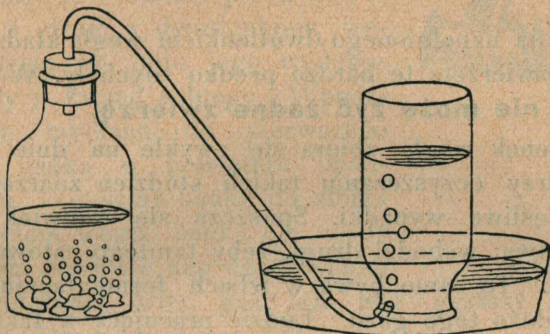
Żeby się zaznajomić z dwutlenkiem węgla, postarajmy się przedewszystkiem go otrzymać.

Skąd? Z powietrza trudno, bo nie da się łatwo oddzielić od tlenu i azotu. Ale gaz ten znajduje się w wielu innych ciałach. Np. możemy go wydzielić z każdego kawałka kredy do pisania, z kamienia wapiennego, czyli wapienia, również z sody.

W kredzie dwutlenek węgla jest ściśle połączony z wapnem. Gdyby nam się udało oddzielić wapno, otrzymalibyśmy dwutlenek węgla. Otóż wapno łatwo oddzielić zapomocą jakiegokolwiek kwasu: octu, kwasu siarkowego lub solnego. Kwasu solnego najłatwiej dostać w aptece lub składzie aptecznym. Jest to płyn o mocnym zapachu i bardzo kwaśnym smaku. Gdy padnie na skórę, to ją przegryza; tak samo przegryza ubranie; trzeba więc z nim być bardzo ostrożnym.

Nalejmy trochę kwasu solnego na kawałek kredy, a natychmiast zaczyna się ona burzyć, pokrywa się jakąś pianą. Ta piana — to **pęcherzyki dwutlenku węgla**, który wydziela się z kredy. Cóż nam jednak z tych pęcherzyków, kiedy zaraz ulatują w powietrze? Trzeba by ten gaz zebrać.

W tym celu kładziemy do słoika szklanego parę kawałków potłuczonej kredy, nalewamy na to wody i dodajemy kwasu solnego. Natychmiast zaczynają z kredy wychodzić bąbelczki dwutlenku węgla. Wtedy zatykamy słoik korkiem z rurką



Rys. 18.

szklaną lub gumową, a koniec tej rurki podsuwamy pod drugi słoik albo buteleczkę, napełnioną wodą i ustawioną dnem do góry na talerzu z wodą.

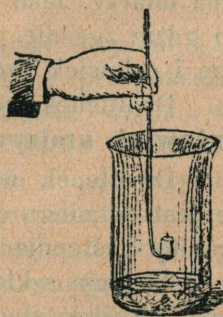
Ledwieśmy to zrobili, a tu zaraz przez rurkę przeciskają się pęcherzyki gazu jeden za drugim, wypychają wodę z butelki do talerza, a same jej miejsce zajmują... Oto już butelka pełna gazu, który można wypróbować. (Rys. 18).

Z pozoru gaz otrzymany podobny jest do powietrza, nie ma bowiem barwy i jest przezroczysty; mogłoby się zdawać, że to jest poprostu powietrze.

Łatwo się przekonać, że gaz ten nie jest powietrzem.

Zapalam małą świeczkę, umieszczoną na drucie, i wsuwam ją ostrożnie do słoika z otrzymanym gazem. Świeczka natychmiast gaśnie. Powtarzam to drugi i trzeci raz — zawsze to samo. (Rys. 19).

Kładę taką samą świeczkę do słoika ze zwyczajnem powietrzem — świeczka się pali.



Rys. 19.

A więc w pierwszym słoiku zebraliśmy inny gaz, nie powietrze. Właśnie zebraliśmy **dwutlenek węgla**.

Okazało się, że w **dwutlenku węgla świeca zapalona gaśnie**. Tak samo gaśnie w nim drewnenko i węgiel rozżarzony.

Do słoja napełnionego dwutlenkiem węgla kładziono mysz lub ptaka: zwierzęta te bardzo prędko zdychały. W **dwutlenku węgla nie może żyć żadne zwierzę**.

Dwutlenek węgla zbiera się zwykle na dnie głębokich studzien. Przy oczyszczaniu takich studzien zdarzają się nieraz nieszczęśliwe wypadki. Spuszcza się człowiek do studni i pada martwy; wchodzi drugi, żeby tamtego ratować — również ginie... To samo bywa w izbach fermentacyjnych, gdzie się zbiera dużo tego gazu. Ludzie pracujący w takich izbach cierpią na mocny ból głowy, odurzenie, a czasem duszą się, umierają. Raz dziewczyna nachyliła się nad kadzią, w której fermentowało wino, dostała zawrotu głowy i wpadła do kadzi. Chciała ją ratować siostra — weszła na drabinę, przechyliła się i również zginęła. Obydwie zginęły od dwutlenku węgla, który wydobywa się z wina przy fermentacji.

O tem trzeba szczególnie pamiętać przy wchodzeniu do głębokich studzien, kopalni i t. p. Zanim zejdzie człowiek w takie miejsce podejrzanе, powinien najpierw spuścić tam zapaloną latarkę. Jeśli latarka zgaśnie, to nie należy tam schodzić, bo gdzie zgaśnie ogień, tam brak świeżego powietrza, a więc tam i człowiek żyć nie będzie.

Dwutlenek węgla jest zabójczy dla ludzi: **w gazie tym człowiek umiera z uduszenia**.

Dwutlenek węgla różni się od powietrza jeszcze i tem, że jest od niego cięższy i gęstszy. Żeby się o tem przekonać, zróbmy następujące doświadczenie.

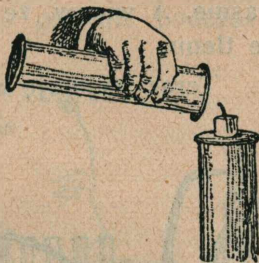
Na dnie szklanki przylepmy niską świecę i zapalmy ją. Świeca będzie się paliła.

Teraz nachylmy nad tą szklanką słoik napełniony przedtem dwutlenkiem węgla, tak, jakbyśmy ten gaz chcieli przełać do szklanki. Świeca zgaśnie. Zgasi ją dwutlenek węgla,

który, jako cięższy od powietrza, opadł przy nachylaniu słoika na dno szklanki.

To samo doświadczenie można zrobić i tak, jak pokazuje rys. 20-ty: oblewając wprost dwutlenkiem węgla płomień świecy.

Weźmy dwa słoiki: jeden z powietrzem, a drugi z dwutlenkiem węgla, który się na dnie jego wydobywa z kredy i kwasu solnego. Wpuśćmy bankę mydlaną do pierwszego słoika — bańka w powietrzu opadnie na dno. Wpuśćmy bańkę do słoika z dwutlenkiem węgla: bańka nie opada na dno, lecz unosi się nad dwutlenkiem węgla; widocznie więc gaz ten jest gęstszy od powietrza. (Rys. 21).



Rys. 20.

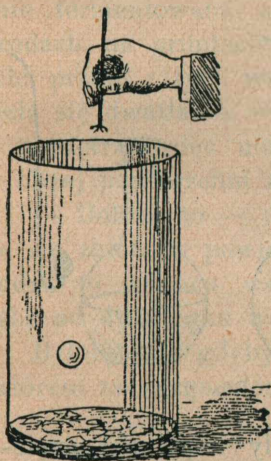
Skąd się bierze dwutlenek węgla w powietrzu?

Zanim na to odpowiemy, musimy jeszcze poznać jeden bardzo łatwy sposób przekonania się o obecności dwutlenku węgla.

Sprzedają w aptekach wodę zwaną **wapienną**. Jest to woda, w której rozpuszczono wapno. Jest ona czysta, klarowna, podobna z pozoru do wody zwyczajnej, tylko smak ma wyraźnie wapienny.

Nalejmy tej wody wapiennej do próbówki lub szklanki i przepuszczajmy przez nią dwutlenek węgla, wychodzący ze słoika. Skoro tylko woda wapienna zetknie się z pęcherzykami dwutlenku węgla, natychmiast zacznie się w niej tworzyć biały, do kredy podobny osad: woda zmętnieje, stanie się mleczno-biała. Ów biały osad jest związkiem wapna z dwutlenkiem węgla. I tak

będzie zawsze: dwutlenek węgla, stykając się z klarowną wodą wapienną, wytworzy w niej biały osad. (Rys. 22).

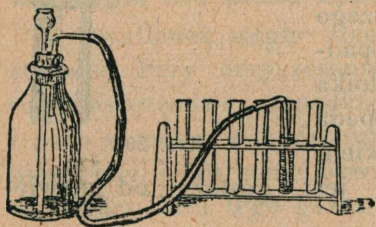


Rys. 21.

Skorzystamy z tego sposobu dla poznania, skąd się bierze dwutlenek węgla w powietrzu.

Do pustej buteleczki szklanej (kolby) wpuszczam na drucie kawałek rozżarzonego węgla i trzymam, póki węgiel nie zgaśnie. A wiemy, że zgaśnie on wtedy, gdy w kolbie zabraknie tlenu.

Teraz wyjmuję węgiel, nalewam do tej buteleczki trochę wody wapiennej i, zatkawszy palcem, klóczę. Co widzę? Oto woda wapienna zmaciła się, zbiałała. (Rys. 23).



Rys. 22.

Widocznie w tej butelce był dwutlenek węgla. Inaczej mówiąc: **dwutlenek węgla powstaje przez palenie się węgla w powietrzu**. Dzieje się to w ten sposób, że **węgiel**

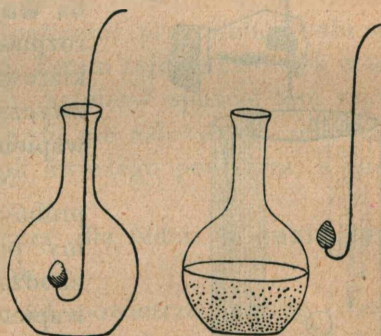
paląc się zabiera z powietrza tlen i łączy się z nim ściśle w nowe ciało, zupełnie różne i od węgla i od tlenu, mianowicie w **dwutlenek węgla**.

Że zaś na świecie ciągle jak nie w jedncm miejscu, to w drugim, pali się węgiel, drzewo, nafta, torf i inne materiały węglowe, przeto z palenia ich powstaje dużo dwutlenku węgla, który unosi się w powietrzu.

Oto jest jedno źródło dwutlenku węgla.

Ale jest ich więcej.

Weźmy rurkę szklaną i wdwuchujmy przez nią do kłarownej wody wapiennej powietrze, wychodzące z naszych ust przy wydychaniu. Bardzo prędko woda wapienna staje się białawą. A zatem powietrze, wychodzące z naszych płuc przy wydychaniu, zawierać musi w sobie dwutlenek węgla. (Rys. 24).



Rys. 23.

Tak jest rzeczywiście.

Nietylko ludzie, ale i wszystkie zwierzęta przy każdym wydechu wydzielają ze swego ciała dwutlenek węgla, który się tam zebrał. Nawet rośliny wydzielają liśćmi dwutlenek węgla, ale dzieje się to głównie podczas nocy.

Mamy więc już dwa źródła dwutlenku węgla: palenie się węgla, oraz oddychanie ludzi, zwierząt i roślin.

Ale i to jeszcze nie wszystko.

Dwutlenek węgla powstaje także wszędzie tam, gdzie gnieje ciało zwierzęce lub roślinne, gdzie butwieje drzewo, gdzie fermentuje nawóz, zacier kartoflany lub zbożowy, brzeczka piwna, sok winny i t. p. **Przy każdym gniciu i fermentacji wydziela się z ciał gnijących i fermentujących dwutlenek węgla.** A przecież niema prawie miejsca na ziemi, gdzieby coś nie gniło i nie fermentowało, szczególnie w lasach, ogrodach, na gruntach nawożonych, w oborach; przeto z tych wszystkich miejsc wydziela się dwutlenek węgla. Że zaś ten gaz jest nieco cięższy od powietrza, więc nie ulatuje wysoko w górę, lecz trzyma się bliżej powierzchni ziemi.

— Dobrze to — powiecie, — ale jeśli tego gazu wciąż tyle się zbiera w powietrzu, a jest on szkodliwy dla zwierząt i ludzi, to wkońcu wszystkie zwierzęta i ludzie poduszą się chyba od dwutlenku węgla?

Byłoby tak, gdyby nie jedno cudowne urządzenie świata, o którym zaraz opowiemy.



Rys. 24.

Gdzie podziewa się dwutlenek węgla z powietrza? Na czem tedy polega to cudowne urządzenie świata, że w powietrzu nie przybywa dwutlenku węgla, choć wydziela się

on wciąż przy paleniu węgla, przy oddychaniu zwierząt i ludzi, a także przy gniciu ciał zwierzęcych i roślinnych?

Na tem polega, że **dwutlenek węgla, wydzielany przez zwierzęta i ludzi, zabierają z powietrza rośliny.**

Wiadomo, że w skład roślin wchodzi węgiel: wszak, spalając niezupełnie drzewo, otrzymujemy węgiel drzewny; z roślin również utworzyły się niegdyś pokłady węgla kamiennego. Połowę suchego materiału rośliny (nie licząc wody) stanowi węgiel; musi więc ten węgiel skądś dostawać się do roślin przez korzenie z ziemi lub przez liście z powietrza. Otóż badania uczonych wykazały, że węgiel nie dostaje się do roślin przez korzenie. A więc dostawać się musi przez liście? Tak się też dzieje. **Węgiel dostaje się do roślin przez liście w postaci właśnie dwutlenku węgla, który wydychają ze siebie zwierzęta.**

Do wciągania dwutlenku węgla każdy liść rośliny posiada na swej dolnej powierzchni tysiące drobnutkich otworków, tak zwanych szparek oddechowych; na każdej roślinie na wszystkich jej liściach są miliony takich otworków, które chciwie wciągają dwutlenek węgla z powietrza.

Ale nie dość na tem: **liście nie tylko pochłaniają dwutlenek węgla, lecz jeszcze rozbijają go na węgiel i tlen**, z połączenia których gaz ten powstał. Węgiel pozostaje w roślinie, łączy się z różnemi innemi ciałami i wchodzi w skład rośliny; a tlen przez te same otworki w liściach ulatuje napowrót w powietrze.

A więc rośliny, nie tylko zabierają z powietrza dwutlenek węgla, szkodliwy dla zwierząt i ludzi, ale zwracają powietrzu napowrót czysty tlen, bez którego zwierzęta i ludzie nie mogliby oddychać.

Inaczej mówiąc: zwierzęta i ludzie dostarczają roślinom dwutlenku węgla, potrzebnego im na pokarm, — rośliny zaś dostarczają zwierzętom i ludziom tlenu, niezbędnego do oddychania. Świat roślinny podtrzymuje życie świata zwierzęcego, i odwrotnie. Bez zwierząt rośliny musiałyby zginąć z głodu, bo nie miałyby skąd brać najważniejszego dla siebie pokar-

mu — węgla; bez roślin zwierzęta musiałyby się podusić, bo zabrakłoby im w powietrzu czystego tlenu.

A teraz przypomnijmy sobie, że ciało zwierząt i ludzi również zawiera w sobie węgiel.

Skądże on się tam dostaje?

Dostaje się z pokarmami zawierającymi węgiel, to jest z pokarmami roślinnymi i zwierzęcymi. Człowiek na przykład otrzymuje swój węgiel w chlebie, kapuście, grochu, cukrze, mięsie, jajach, mleku i tym podobnych pokarmach.

Jedne z tych pokarmów są roślinne, inne zwierzęce. Do roślin węgiel ten dostał się niegdyś przez liście z dwutlenku węgla w powietrzu; do zwierząt przeszedł z trawą, koniczyną i innymi roślinami, któremi się te zwierzęta żywiły. A więc: **do ciał zwierząt węgiel dostaje się za pośrednictwem roślin z dwutlenku węgla powietrza.**

Można więc śmiało powiedzieć, że **dwutlenek węgla w powietrzu jest źródłem węgla, niezbędnego do budowy ciała roślin, zwierząt i ludzi.**

Dlatego to dwutlenek węgla co do ważności musimy postawić na równi z tlenem i azotem. Tak samo jak tamte ciała, **dwutlenek węgla niezbędny jest do życia** wszystkich istot żywych na ziemi.

V. W o d a.

Własności wody i jej znaczenie. Niema ciała płynnego pospolitszego na ziemi od wody. Ona wypełnia olbrzymie oceany i morza, wielkie jeziora, stawy i błota; ona tworzy na powierzchni ziemi źródła i rzeki, a w postaci śniegu i lodu pokrywa wysokie góry, oraz niezmierne obszary lądów i mórz w okolicach podbiegunowych. Nad ziemią woda unosi się w postaci oparów, mgły i chmur, darzących nas potokami deszczu, puchem śnieżnym lub kulkami gradowymi. Nawet w głębi ziemi znajduje się wiele wody gruntowej, żył zaskórnych, podziemnych rzek i jezior. Wreszcie woda wchodzi

w skład różnych minerałów, a także w skład roślin, zwierząt i ludzi.

Zależnie od ciepła, wodę mamy w trzech postaciach: jako **wodę** ciekłą, jako stały **lód** i jako lotną **parę wodną**. Gdy się ciepło zmniejsza tak, że cieplomierz pokazuje niżej zera (0°), wtedy wody zaczynają u nas marzeć, to jest zamieniać się w lód. Gdy ciepło zwiększy się tak, że cieplomierz wskazuje 100 stopni wyżej zera, wtedy cała woda gotuje się i zamienia w parę. Ale i przy zwykłym cieple, nawet podczas mrozu, woda ulatnia się, czyli zamienia w parę. Postaw wodę na talerzu, a w kilka dni zniknie; zważ kawałek lodu i zostaw go w spokoju na dworze, nawet na dużym mrozie, a po krótkim czasie waga lodu się zmniejszy. Dowodzi to, że woda przy każdej ciepłocie zmienia się w parę, ale najszybciej paruje przy cieple, które oznaczamy 100 stopniami cieplomierza powyżej zera.

Woda zupełnie czysta jest cieczą bezbarwną, nie mającą ani smaku, ani zapachu. Jest ona dość ciężka. Litra wody waży jeden kilogram.

Rzadko jednak żeby woda nie miała żadnego smaku. Tylko świeża woda deszczowa, albo kupiona w aptece woda destylowana nie ma smaku. Smak wody pochodzi stąd, że rozpuszczają się w niej najrozmaitsze ciała.

Wiadomo, jak łatwo rozpuszcza się w wodzie sól, cukier, soda. Ale i inne ciała mogą się w niej rozpuszczać. Tak więc woda studzienna zawiera rozpuszczony gips lub wapno; taka woda zowie się twardą, jest niemiła w smaku i nie rozpuszcza w sobie mydła. Woda nie mająca wapna ani gipsu zowie się miękką. Rozpuśćmy trochę mydła w wodzie miękkiej — otrzymamy płyn zupełnie przezroczysty. Dodajmy teraz do niego trochę wody twardej i zagotujmy — płyn wnet się zmaci. Dlaczego? Bo mydło w wodzie wapiennej twardnieje i staje się mniej rozpuszczalne. To jest dobra próba, czy woda ma w sobie wapno.

Nawet żelazo rozpuszcza się w wodzie. Nieraz woda źródłana ma smak żelazisty; to znów na łąkach z wody osadza się żelazo jako rdzawy proszek — ruda żelaza.

Woda mająca w sobie dużo rozpuszczonych minerałów zowie się mineralną. Wody mineralne często służą ludziom za lekarstwo. Znane są z tego **żelaziste wody** w Krynicy, Żegiestowie, Nałęczowie i Sławinku; **słone wody** w Ciechocinku, Rabce; **siarczane wody** w Busku, Solcu, Iwoniczu, Truskawcu.

Nietylko stałe minerały rozpuszczają się w wodzie: rozpuszczają się w niej także różne ciecze i gazy. Woda rozpuszcza w sobie ocet, spirytus. W wodzie znajduje się też zwykle rozpuszczone powietrze. Wnieś do ciepłej izby szklankę zimnej wody, to na wewnętrznej powierzchni i na dnie szklanki będą się osadzały pęcherzyki powietrza, które od ciepła zaczną wychodzić z wody. W wodzie sodowej jest rozpuszczony dwutlenek węgla; on właśnie wyskakuje z tej wody bąbelkami i nadaje jej miły smak szczypiący.

To, że woda rozpuszcza w sobie bardzo wiele ciał, stanowi bardzo ważną jej własność. Dzięki temu woda gruntowa staje się pożywną dla roślin, staje się ich pożywieniem. Rośliny korzeniami wciągają wodę i z nią razem rozpuszczone w niej przeróżne ciała, a więc wapno, magnezję, potas, żelazo, słowem wszystko to, co jest potrzebne do budowy ciała rośliny. A z roślin te części ziemne przechodzą potem — skutkiem żywienia się roślinami — do ciała zwierząt i ludzi. Na przykład wiadomo, że człowiek ma w kościach wapno i fosfor. Skąd się te ciała biorą w człowieku? Oczywiście dostają się do krwi z pokarmami; a te pokarmy — toć to chleb, groch i inne pożywienie roślinne. Żyto czy groch za życia wciągały korzeniami wodę gruntową, w której rozpuszczone były połączenia wapienne i fosforowe: drobne cząstki tych połączeń zebrały się w ziarnkach żyta i grochu — i potem zjedzone dostały się do krwi człowieka.

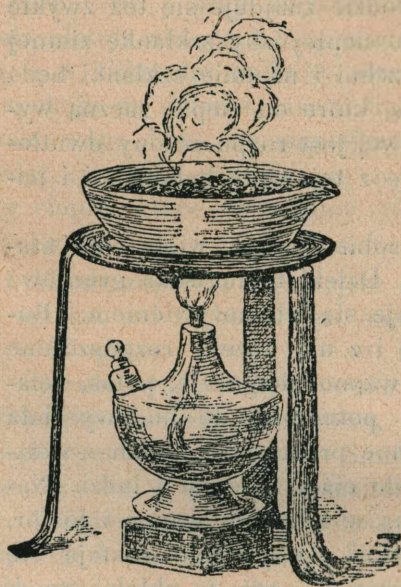
Wszystko to jest możliwe tylko dlatego, że woda rozpuszcza w sobie różne ciała.

Kiedy mowa o rozpuszczaniu się ciał w wodzie, przyjrzyjmy się bliżej, jak się to odbywa.

Do próbówki z wodą czystą wrzucmy szczyptę soli i rozmieszajmy. Soli zaczyna coraz ubywać, wreszcie jakby znikła

w wodzie. Nie znikła ona jednak wcale: wszakże smak wody stał się teraz słony. Ale ta sól rozbija się w wodzie na nadzwyczaj drobne, niewidzialne bryłeczki, które rozplývają się w całej masie wody. Taką wodę, w której jest coś rozpuszczonego, nazywamy **roztworem** wodnym. Otrzymaliśmy więc roztwór wodny soli.

Łatwo się przekonać, że to prawda. Nalewamy tego roztworu soli w wodzie na miseczkę lub do garnuszka i gotujemy nad ogniem. Woda zaczyna się gotować, unosi się jako para, a na miseczce zaczyna osiadać biała skorupka soli — tej samej soli, którą przedtem rozpuściliśmy w wodzie. (Rys. 25).



Rys. 25.

Tak samo jest ze wszelkimi innymi roztworami: przy rozpuszczaniu pewnego ciała nie znika ono, lecz rozchodzi się w wodzie i pozostaje w niej w drobniotkach, niewidzialnych cząsteczkach.

Ciało rozpuszczone w wodzie można otrzymać z niej nie tylko przez gotowanie wody.

Nalejmy na miseczkę mocnego roztworu soli w wodzie i zostawmy w spokoju na kilka dni. Wtedy zobaczymy, że

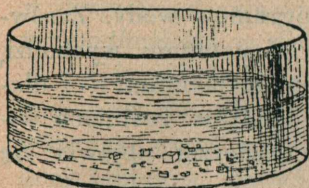
na dnie i na ścianach miseczki zacznie osiadać sól w postaci bryłek. Każda bryłka ma sześć ścianek kwadratowych i zowie się **kryształem** soli. Opisany sposób otrzymywania kryształów nazywamy **kryształacją**. (Rys. 26 i 27).

Jeszcze łatwiej otrzymuje się zapomocą powolnej kryształizacji kryształy ciała zwanego **alunem**. Kupuje się alun w aptece.

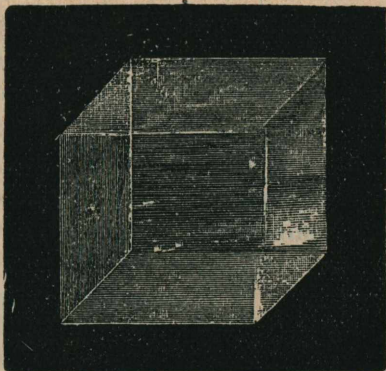
Na szklanke wody gorącej wsypmy pół szklanki alunu, wlejmy do garnuszka i zagotujmy. Otrzymamy wodny roztwór

alunu. Ten roztwór wlejmy do szklanki i zostawmy w spokoju na parę dni.

Jeśli do tego roztworu wpuścimy sznurek — jak to wi-

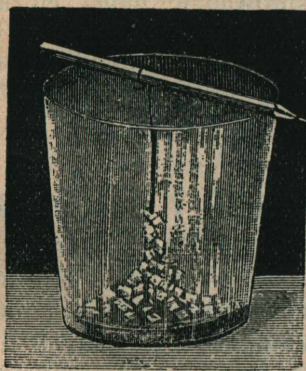


Rys. 26.

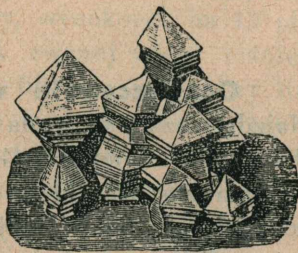


Rys. 27.

dać na rysunku 28-ym — to na sznurku osiada krysztaly alunu. Každy krysztal ma 8 ścianek i składa się jakby z dwóch daszków czworobocznych, zrosniętych podstawami. (Rys. 29).



Rys. 28.



Rys. 29.

Dziwna to i ciekawa rzecz, że przy krystalizacji cząsteczki ciała rozpuszczonego zbierają się w prawidłowe krysztalki.

A przytem każde ciało zawsze daje właściwe sobie kryształki,— sól inne, a inne znów alun. Nieraz jeszcze spotkamy się z kryształami rozmaitej postaci.

Sama przez się woda stanowi niezbędny napój dla wszystkich istot żyjących. Rośliny usychają bez wody; zwierzęta i ludzie giną z pragnienia bez wody lub bez pokarmów zawierających dużo wody. Woda bowiem wchodzi zarówno w skład ciała roślin, jak zwierząt i ludzi. Niektóre rośliny zawierają pół na pół wody, a nawet więcej; w ciele człowieka na każde 100 kilogramów wagi jest około 70 kilogramów wody. Zarówno z roślin, jak i ze zwierząt, woda ta nieustannie wychodzi, bądź parując, bądź wydzielając się z innymi cieciami — i dlatego trzeba ją zastępować nową. Brak wody w roślinach widać po ich wędnięciu; brak wody u zwierząt objawia się pragnieniem.

Nie każda woda jest dobra i zdrowa do picia. Za napój powinna służyć tylko woda czysta i świeża. Woda zanieczyszczona, szczególnież taka, w której co gnije, a więc woda z bagien, rowów, stawów, rzek, jest nieczysta i niezdrowa. W takiej wodzie znajduje się mnóstwo bakteryj, maleńkich, tylko przez szkła powiększające widzialnych żyjatek, które, dostawszy się z wodą do krwi człowieka, spowodzić mogą ciężką chorobę: tyfus, febrę, krwawą biegunkę, cholereę i inne.

Oczyszczanie wody, ogrzewanie i destylacja.

Najzdrowsza jest woda źródłana lub z głębokich, dobrze zbudowanych studzien. Gdzie trzeba pić wodę z rzeki lub jeziora, tam oczyszczają ją sztucznie z piasku, gliny i innych nierozpuszczalnych w niej domieszek zapomocą tak zwanych filtrów. **Filtrowanie** wody polega na tem, że przesącza się ją przez grubą warstwę piasku i żwiru. Wtedy różne nieczystości zostają między ziarnkami piasku, a czysta woda przesiąka i służy za napój. Pięknie urządzone filtry znajdują się w wielkich miastach: Warszawie, Łodzi, Lublinie, Krakowie. Woda

filtrowana zapomocą rur, zwanych wodociągami, rozchodzi się po całym mieście i rozprowadza do mieszkań nawet na górnych piętrach. Wodociągi opierają się na następującej zasadzie.

Jeśli do długiej rurki gumowej, zgiętej, jak pokazano na rys. 30-tym, i zaopatrzonej na jednym końcu w lejek, a na drugim w rurkę szklaną, nalejemy przez lejek wody, to w obu częściach rurki woda będzie stała na jednakowej wysokości.

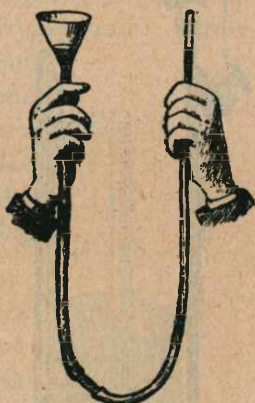
Gdy poziom wody zniża się w jednej części rurki, to zniża się tak samo w drugiej; gdy się podnosi w jednej, o tyleż podnosi się w drugiej.

Cdy się jedną część rurki znacznie podniesie do góry, a drugą obniży, — wówczas woda z niskiej rurki bije do góry fontanną, albowiem dochodzi do tej samej wysokości, na jakiej znajduje się w rurce lewej. (Rys. 31).

Podobnie dzieje się w wodociągach.

W Warszawie np. wodę z Wisły — brudną, mętną — pompuje się najpierw maszynami i prowadzi rurami do wielkich piwnic (osadników), gdzie osiada z niej muł wiślany. Potem przechodzi ta woda do innych piwnic, których dno wyłożone jest na parę metrów grubą warstwą żwiru, kamieni i piasku. Woda przeciska się, czyli filtruje, przez te warstwy i zupełnie czystą pompuje się do ogromnej rury, wysokości na 12 pięter. Rura ta mieści się wewnątrz tak zwanej wieży ciśnień, którą widać w Warszawie na »Stacji filtrów« przy ulicy Koszykowej. Z tej wysokiej rury spływa woda do drugiej takiej samej, połączonej, zapomocą rur podziemnych z rurami cienkimi, podnoszącymi się wzdłuż ścian naszych mieszkań. Każda rura kończy się kranem. Gdy odkręcimy kran, woda zaraz wypływa jak z fontanny; stara się bowiem podnieść tak wysoko, jak wysoko jest w wieży ciśnień.

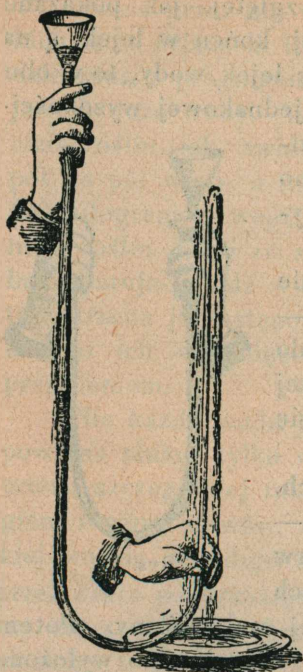
Urządzenie filtrów i wodociągów jest tak ciekawe, że każdy, kto ma sposobność, powinien zwiedzić warszawską »Stację filtrów«.



Rys. 30.

Bardzo to dogodne i pożyteczne urządzenie.

Gdzie nie można mieć do picia wody zupełnie czystej, źródlanej, tam trzeba pić wodę przegotowaną i ostudzoną.



Rys. 31.

Przy doświadczeniach naukowych trzeba nieraz wodę cedzić, czyli filtrować. Do tego używamy zwykle lejka szklanego, którego wnętrze wykładamy jakby drugim lejkiem z czystej białej bibuły.

Nieczystości, czyli domieszki, zostają na bibule, a czysta woda przesącza się przez bibulę i spływa do podstawionego naczynia.

Będziemy teraz ogrzewali wodę.

Wielka historia! — powiecie. — Toć każdy wodę ogrzewał.

Prawda, ale nie każdy uważał, co się przy tem dzieje.

Do ogrzewania użyjemy bańki, zatkanej korkiem gumowym, przez który przechodzi cienka rurka szklana. W bańce (kolbie) jest pełno wody, — nawet weszła ona do rurki, gdzie dochodzi do kreski.

Trzymamy tę bańkę nad ogniem lampki spirytusowej, albo wkładamy do naczynia, napełnionego wodą gorącą. Woda w kolbie zaczyna się rozgrzewać — zaczyna się podnosić w rurce coraz wyżej i wyżej.

Dlaczego? — Widocznie woda rozszerzyła się wskutek ogrzewania. (Rys. 32).

Tak jest. Woda, podobnie jak wszelkie inne ciała, skutkiem ogrzewania rozszerza się.

A co będzie, jeśli przestaniemy ogrzewać kolbę z wodą? Zobaczymy. Odstawiamy kolbę od ognia, a po jakimś czasie zauważymy, że przy oziębianiu woda napowrót się kurczy.

Wyjmiemy teraz korek, odlejemy nieco wody z kolby, a resztę będziemy gotowali. W miarę ogrzewania widać, jak

na dnie zaczynają powstawać przezroczyste bąbelki i unoszą się do góry, a tam pękają. Bąbelków coraz to przybywa, stają się coraz większe, aż cała masa wody zaczyna się burzyć, szumieć, zaczyna wrzeć, czyli gotować się. Jednocześnie z kolby kłębami wychodzi para.

Jeżeli teraz podczas wrzenia wody zanurzymy w nią cieplomierz stustopniowy (Celsjusza), to rtęć rozszerzy się tak, że stanie akurat wprost podziałki 100-ej powyżej zera. Jeżeli zanurzymy termometr, na którym stoi napis: Reaumur (Reomiur), to rtęć w rurce podniesie się do 80-ej podziałki. Oczywiście, temperatura, w której woda gotuje się, jest taka sama, tylko oznaczać ją można dwojako: według cieplomierza Celsjusza 100 stopni ciepła, według cieplomierza Reomiura 80 stopni ciepła.

Nad parą trzymam ukosem zimny talerz. Para osiada na nim, zbiera się w kropelki wody, które spływają na brzeg talerza i odrywając się spadają na ziemię.

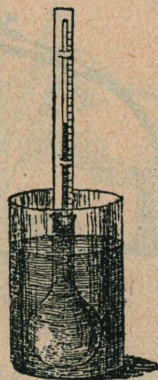
To proste doświadczenie poucza:

Że woda wskutek ogrzewania zmienia się w parę wodną; że para wodna wskutek oziębiania zmienia się napowrót w kropelki wody.

Gdybyśmy do kolby nalali wody brudnej, pomieszanej z ziemią, a przytem zawierającej w roztworze na przykład sól lub sodę, gdybyśmy ogrzali tę wodę nieczystą i skroplili otrzymaną z niej parę, toby się okazało, że woda skroplona jest zupełnie czysta i nie zawiera w sobie ani soli, ani sody.

Wszystkie domieszki wody, jakoteż wszystka rozpuszczona sól i soda zostały w bańce, a ulotniła się tylko para wodna, która zebrała się w kropelki wody zupełnie czystej. Taką wodę zowiemy przekroploną lub **destylowaną**.

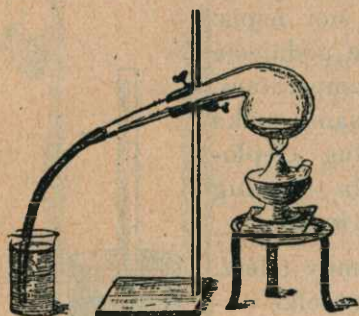
Na rysunku 33-im przedstawiony jest prosty przyrządek, zapomocą którego możemy sami otrzymać trochę wody destylowanej z wody brudnej lub słonej.



Rys. 32.

W kolbie lub retorcie*) gotuje się nad lampką spirytusową wodę nieczystą. Przez zgiętą rurkę ulatująca para przechodzi do próbówki, wstawionej do szklanki z wodą zimną, a jeszcze lepiej — ze śniegiem. Para wchodząca do zimnej próbówki oziębia się i skrapla w wodę zupełnie czystą, czyli destylowaną.

W aptekach i w fabrykach, gdzie potrzeba dużo wody zupełnie czystej, używa się do jej otrzymywania przyrządu, zwanego skraplaczem, albo alembikiem.



Rys. 33.

Woda gotuje się w kotle miedzianym; para odchodzi rurą skręconą kilkakrotnie i objętą naczyniem, przez które ciągle przepływa woda zimna. Para w rurze oziębia się, skrapla i wypływa w postaci zupełnie czystej wody.

Wody przekroplonej, czyli destylowanej, używają szczególnie do lekarstw. Na receptach lekarskich często jest napis: aqua de-

stillata, co właśnie znaczy: woda destylowana.

Przekraplanie wody odbywa się nieustannie samo w ogromnych rozmiarach w przyrodzie, na całej powierzchni kuli ziemskiej. Gdzie tylko znajduje się woda — czy w morzach, czy w jeziorach, rzekach lub błotach, czy gdziekolwiek indziej wreszcie — wszędzie pod działaniem ciepła słonecznego zmienia się ona w parę i ulatuje w powietrze. Jeśli powietrze jest zimne tuż nad ziemią, para ta skrapla się w tumany **mgły** i krople **rosy**. Jeśli wzniesie się wysoko w powietrze, to tam oziębia się i daje obłoki, czyli **chmury**, składające się z drobnych kropelek wody czystej. Zbierając się w coraz większe i większe krople, woda z chmur spada napowrót na ziemię

*) Retortą zowiemy naczynie z długą, wąską, zgiętą w bok i ku dołowi szyjką, jak to widać na rysunku. Retorta lepsza jest do tego doświadczenia od kolby, bo skroplona woda odrazu spływa na dół, nie zatykając rurki

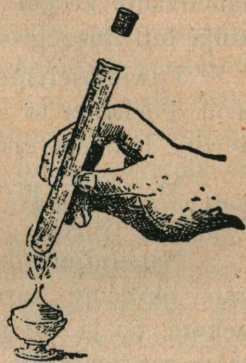
jako **deszcz**, albo marznie w kulki **gradowe** i gwiazdki **śnieżne**.

I znów na ziemi ze spadłej wody powstają **źródła i rzeki**, zasilają się **jeziora i morza**. A potem znowu ta sama woda paruje, skrapla się i spada na ziemię, ożywiając rośliny, zwierzęta i ludzi.

Całą tę cudowną wędrówkę wody pomiędzy ziemią i niebem, wędrówkę, bez której wszelkie życie na ziemi musiałyby ustać, wywołuje, jak powiedzieliśmy, **ciepło słońca**.

Mówiąc o parze wodnej, musimy podać jeszcze jedną, niezmiernie ważną jej własność, którą poznać można z takiego doświadczenia.

Do próbówki, a lepiej do rurki metalowej z dnem, nalewam trochę wody, zatykam korkiem (nie zanadto szczelnie) i wodę ogrzewam. Po chwili, gdy woda zacznie się gotować i zmieni się w parę, para ta wypchnie z hukiem korek. (Rys. 34). Gdyby rurka była mocno zatkana, para mogłaby ją rozerwać. Ta wielka siła pary ogrzanej zowie się jej **prężnością** — i pozwoliła zastosować parę do poruszania machin parowych w fabrykach, lokomobilach, parowozach i parostatkach.



Rys. 34.

O lodzie. Bardzo ciekawe i ważne są własności wody stałej, czyli **lodu**.

Nie zawsze można mieć lód pod ręką; ale w odpowiedniej porze należy koniecznie zapoznać się bliżej z lodem.

Lód jest ciałem kruchym, przezroczystym, które tworzy się z wody, gdy termometr wskazuje 0° lub mniej niż 0° stopni ciepłoty. Na większych wodach, np. rzekach, jeziorach, lód powstaje zawsze na powierzchni wody, a potem narasta od spodu. Dlatego znać na nim wyraźnie warstwy poziome.

Przyglądając się kawałkowi lodu pod światło, widzimy w nim liczne przerwy, napełnione powietrzem.

Lód jest prawie bezbarwny, tak że dopiero większe bryły wykazują jego właściwą barwę t. j. niebieskawo-zieloną.

Osiadając z wody na ścianach wilgotnych lub na szybach i drzewach przy zamarzaniu rosy, lód tworzy piękne kryształki, zwane **szronem**.

Przy zamarzaniu kropel wody wysoko nad ziemią, w powietrzu, woda ścina się w bardzo piękne sześciopromienne blaszki i gwiazdki lodowe, zwane **płatkami śniegu**. Przy zamarzaniu kropel wody podczas burz elektrycznych powstają kulki lub duże gromadki kryształów **gradu**.

Powiedzieliśmy, że lód tworzy się zawsze na powierzchni wód. Pochodzi to stąd, że woda marznąc na lód rozszerza się, a więc lód jest rzadszy i lżejszy, niż woda.

W zimie, przy dużym mrozie, możemy zrobić takie doświadczenie.

Napełnijmy do wierzchu butelkę wodą, zakorkujmy mocno, okręćmy korek drutem i wystawmy na mróz. Butelka pęknie, bo ją lód rozsadzi. A rozsadzi dlatego, że woda w butelce rozszerza się przy zamarzaniu.

Podobne zjawiska spotyka się ciągle w naturze.

Lód, powstając w szparach gór i skał, rozsadza je, spulchnia rolę i wykonywa wiele różnych prac na ziemi.

O tem jednak, jako też o pracy wody, mówić będziemy w dalszym ciągu, rozpatrując skalistą skorupę ziemi.

Co jest cięższe: szklanka lodu, czy takąż sama szklanka wody?

Rzeczywiście, rzućmy kawałek lodu do wody, to będzie pływał na jej powierzchni, jak korek albo drzewo. Jest to wielkie szczęście dla świata, że lód tworzy się na powierzchni wód, a nie na dnie. Pod skorupą lodową woda zatrzymuje ciepło; różne więc rośliny i zwierzęta wodne mogą doskonale przeżyć zimę pod lodem, byle im dostarczyć... czego? powietrza.

Gdyby wody nasze marzły od dna, to wszystkie żywe istoty musiałyby wyginać.

Z czego składa się woda? Badając wodę rozmaitemi sposobami, przekonali się uczeni, że nie jest ona ciałem prostem, lecz składa się z połączenia ze sobą dwóch innych ciał, mianowicie ze znanego już nam gazu **tłenu** i drugiego gazu, który się zowie **wodore**m. Woda jest związkiem wodoru z tlenem.

Można wodę rozłożyć na te dwa gazy, można też otrzymać wodę, jeżeli się pozwoli wodorowi połączyć się chemicznie z tlenem.

Opowiem, jak uczeni rozkładają wodę; ale samo opowiadanie nie daje dokładnego pojęcia o tym doskonałym sposobie.

Wiecie zapewne, że można sztucznie otrzymywać siłę elektryczną, tę samą, która, zbierając się w chmurach, wywołuje błyskawice i pioruny. Tej siły elektrycznej ludzie używają do rozmaitej pracy: przesyłając ją po drutach, zapomocą niej można dzwonić z odległości, jak to słychać na stacjach kolejowych; można przysyłać wiadomości telegrafem, rozmawiać, rozpalać światło w lampach, pchać wagony tramwajowe i tak dalej. Jest to jedna z najciekawszych i najpożyteczniejszych dla człowieka sił przyrody. Otóż tej samej siły używamy i do rozkładu wody.

Woda znajduje się w dwóch rurkach jednakowych, opartych na dnie miseczki, również wodą napełnionej. Woda używana do tego doświadczenia musi być trochę zakwaszona np. kwasem siarkowym. W rurkach kończą się dwa druty, idące od maszyny, wytwarzającej siłę elektryczną. Skoro tę siłę puścimy po drutach, wnet widzimy, jak z wody, która otacza ich końce, zaczynają się wydzielać pęcherzyki gazów. Jeden zbiera się w jednej rurce, a drugi w drugiej, wypychając sobą wodę. Oba te gazy są zupełnie podobne do siebie napozór; ale jednego jest dwa razy więcej, niż drugiego. Skończywszy rozkładanie wody, wypuszczamy najpierw przez kurek górny jednej rurki gaz, którego jest mniej, trzymając przy kurku tlejące drewnienko. Drewnienko rozżarza się, jak od tlenu: bo też wydzielony gaz jest tlenem. Płonące drewnienko trzymamy przy kurku, wypuszczając następnie drugi gaz, którego jest dwa razy więcej: drewnienko gaśnie, ale sam gaz zapala

się z hukiem. Ten drugi gaz jest właśnie wodorem, który bliżej musimy poznać. Dwa litry pary wodnej dają dwa litry gazu wodoru i jeden litr tlenu.

Wodór jest jednym z bardzo ważnych gazów. Sam wodór, czysty, z niczem niepołączony, wprawdzie nie spotyka się na ziemi i znaczenia nie ma, ale zato wchodzi w skład nadzwyczaj wielu innych ciał. Nie mówiąc już o wodzie, wodór znajduje się w spirytusie, w nafcie, cukrze, mące, białku jajka, w ciele wszystkich roślin, zwierząt i ludzi.

✕ Najłatwiej otrzymać wodór z jakiegokolwiek kwasu, na przykład z solnego albo siarkowego.

Do butelki nalewam kwasu solnego i wsypuję kilka kawałeczków metalu cynku. Natychmiast koło cynku zaczynają się zbierać bąbelki gazu, który ulatuje do góry.

Zatykamy butelkę korkiem z rurką szklaną, nieco zwężoną na końcu — z rurki wydobywa się **wodór**.

Jednocześnie cynk rozpuszcza się w kwasie. Pochodzi to stąd, że cynk wypycha niejako wodór z kwasu, sam zastępując jego miejsce. Jeśli kwas był dość mocny, to przytem cała masa mocno się rozgrzewa, pomimo, że nie trzymamy jej nad ogniem.

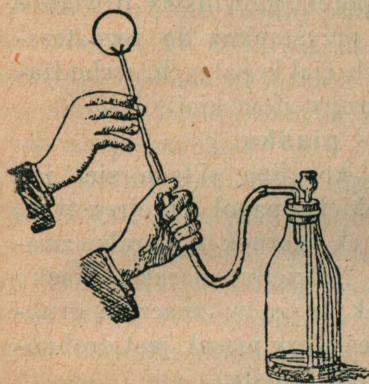
Można zebrać wodór w osobnej bańce, jakieśmy to robili z dwutlenkiem węgla. Okaże się, że wodór jest gazem również bez barwy i zapachu, jak powietrze i dwutlenek węgla.

Korzystając z wydzielenia się wodoru, zanurzam koniec rurki, przez którą on uchodzi, do wody z mydłem. Na końcu rurki wydymają się bańki mydlane, napełnione wodorem. Gdy taka bańka oderwie się od rurki, zwykle ulatuje wysoko do góry. (Rys. 35 i 36). Dowodzi to, że wodór jest gazem lżejszym od powietrza. Przekonano się że wodór jest 14 razy lżejszy od powietrza; a zatem 1 litr powietrza waży tyle, co 14 litrów wodoru. Oczywiście wodór jest też 14 razy rzadszy, niż powietrze.

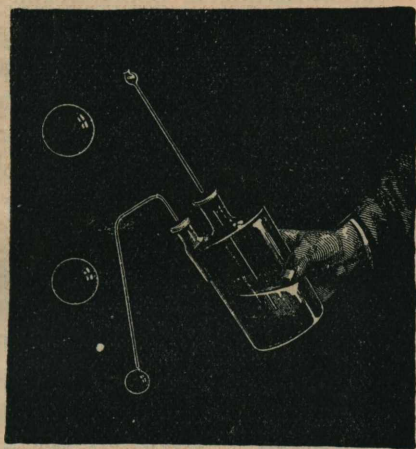
Z tej lekkości wodoru korzystano dawniej, napełniając

nim balony. Balon napełniony wodorem wznosi się do góry szybko i wysoko; ale wodór jest tak rzadki, że łatwo przesącza się przez błony balonu; dlatego dziś używają do napełniania balonów gazu helu.

Puszczam znowu bańkę mydlaną, napełnioną wodorem i zręcznie zbliżam do niej zapaloną świecę. Bańka pęka i zapala się z hukiem. Na spodku z wodą mydlaną robię kilka baniek wodorowych, jakby pianę z baniek, i przykładam zapa-



Rys. 35.



Rys. 36.

lone drewnisko: wszystkie bańki spala się z lekkim wybuchem. Dowodzi to, że wodór jest gazem palnym.

Wodór czysty spala się bez huku, ale jeśli jest pomieszany z powietrzem, wówczas przy zapalaniu silnie wybucha. Taka mieszanina wodoru z powietrzem wydziela się początkowo z naszej rurki. Gdybyśmy przytknęli do rurki płomień, mogłaby ta mieszanina wybuchnąć i rozerwać butelkę. To też poczekamy dłużej, aż będzie z rurki wychodzić czysty wodór, i teraz dopiero przytykamy płomień: wodór na końcu rurki zapala się i pali bladym płomykiem.

Nad płomykiem tym podtrzymujemy do góry dnem suchą szklankę: wewnątrz szklanki zapoci się, pokryje się rosą. Pró-

bujemy kropelki tej rosy: okazuje się, że to jest **woda**. Ta woda powstaje skutkiem palenia się wodoru w powietrzu. Wodór paląc się łączy się z dwutlenem powietrza, a taki związek wodoru z tlenem jest właśnie wodą.

VI. P i a s e k.

W rozdziałach poprzedzających poznaliśmy się z powietrzem otaczającym ziemię i z jego składowymi częściami: tlenem, azotem i dwutlenkiem węgla; potem mówiliśmy o wodzie i wodorze. Teraz przystąpimy do rozpatrzenia najważniejszych ciał kopalnych, wchodzących w skład skorupy ziemskiej.

Zacniemy od **piasku**.



Rys. 37.

Pospolita ta kopalina składa się, jak wiadomo, z maleńkich, napół przezrzystych, nieco zaokrąglonych ziarenek minerału, zwanego **kwarcem**. Niekiedy ziarenka piasku są drobne jak mak, to znów znacznie grubsze, a od tego zależy, czy piasek jest drobnoziarnisty, czy gruboziarnisty.

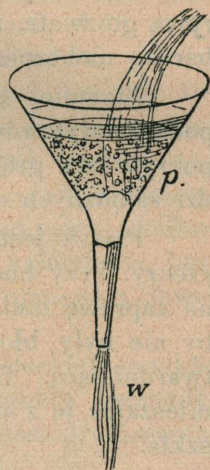
Nasypmy trochę piasku na szkło i potrzymajmy: szkło porysuje się piaskiem. Kwarc więc jest bardzo twardy, gdyż szkło nawet żelazem i stalą niełatwo daje się rysować.

Do słoika z wodą wsypmy garść piasku i zmieszajmy dobrze. W pierwszej chwili woda się zmąci, ale potem cały piasek opadnie na dno, a woda nad nim, jeżeli piasek był czysty, stanie się znowu przezroczystą. Dowodzi to, że piasek nie rozpuszcza się w wodzie i że jest od niej cięższy, bo opada na dno. (Rys. 37). Szklanka piasku waży zazwyczaj tyle, co 2 i pół szklanki wody, dlatego to koniowi daleko ciężiej wozić piasek, niż wodę.

Ciało chemiczne, z którego składa się minerał kwarc, nazywamy **krzemionką**. Sama krzemionka jest bardzo mało

rozpuszczalna w wodzie, gdy jednak połączymy ją z innymi ciałami, możemy otrzymać połączenie w wodzie rozpuszczalne. Zmieszajmy łyżkę piasku z pięciu łyżkami sody i ogrzewajmy długo na mocnym ogniu. Mieszanina ta w ogniu burzy się mocno, ale potem stapia się na masę do szkła podobną. Zowiemy taką masę **szkłem wodnem**. W wodzie rozpuszcza się ono doskonale. W przyrodzie istnieje wiele połączeń krzemionki mniej lub więcej rozpuszczalnych w wodzie, i dlatego niewielką jej ilość zawierają zwykle wody gruntowe. Z tych wód czerpią krzemionkę różne rośliny, np. trawy, zboża. Niektóre rośliny zawierają tak wiele krzemionki, że stają się bardzo twarde, np. skrzypy, rosnące na polach i błotach, trzcina, sitowie, liście różnych traw, wyrastających na piaskach.

Weźmy teraz lejek szklany lub blaszany; na dnie jego połóżmy trochę waty, a na to nasypmy piasku. Na piasek nalejmy wody. Wiadomo, co będzie: woda przesączy się przez lejek. To dowodzi, że piasek jest przepuszczalny dla wody. (Rys. 38).



Rys. 38.

Grunt piaszczysty z łatwością przepuszcza wodę; pola, drogi piaszczyste po największym deszczu szybko wysychają. Oczywiście jest to niedobre dla roślin, które potrzebują dla siebie stałej wilgoci w gruncie. Na piaskach w roku wilgotnym udają się jako tako zboża, ale w suchym często przepadają. Obszary pokryte grubą warstwą piasku stają się zupełnie pustyniami.

Piasek na ziemi spotyka się zwykle w znacznych pokładach. Czasami warstwy piasku leżą na powierzchni, na innych kopalinach; niekiedy znów piasek leży głębiej, najczęściej pod gliną. Wiele piasku znajduje się na dnie i na brzegach rzek, jezior, a szczególniej mórz, do których go rzeki przynoszą. Na rzekach piasek tworzy często mielizny i kępy; wyrzucony przez fale morskie, daje podłużne, wysokie wały. Wydmy te piaszczyste (czyli **diuny**) nie pozostają na miejscu, lecz posu-

wają się w tę stronę, w którą najczęściej wieje wiatr. A że nad brzegami mórz wiatry przeważnie wieją z morza na ląd, więc na niskich piaszczystych wybrzeżach morskich prawie zawsze powstają wydmy. Człowiek, sadząc na piaskach nadbrzeżnych drzewa (wierzbę, sosnę), powstrzymuje pochód wydmy, zasypujących często urodzajne pola i łąki.

Gdzie czysty piasek leży grubą warstwą, tam zwykle porywa go wiatr, roznosząc daleko. Takie lotne piaski bywają bardzo niebezpieczne dla sąsiednich gruntów.

Niemniej szkodliwe są te piaski, które wyrzucają rzeki podczas wylewów. Zdarza się nieraz przy wylewach Wisły, że pokryje ona grubym piaskiem najpiękniejsze pola, czyniąc ludzi zamożnych odrazu nędzarzami.

Piasek jest cennym materiałem, używanym do różnych rzeczy. Przy budowie domów mieszamy go z wapnem i wodą na zaprawę mularską (tynk). Wysypujemy piaskiem drogi, żeby nie były błotniste. Z cementem daje piasek masę łatwo twardniejącą. Grunta zbyt ściśle, gliniaste można spulchnić, mieszając je z piaskiem. Wreszcie używamy piasku na wyrób szkła.

W tym celu piasek mieszają w oznaczonej mierze z wapnem, potażem lub sodą i w kotłach ogniotrwałych wytapiają tę mieszaninę na masę płynną, gęstą, przejrzystą, łatwo stygnącą.

Hutnik (robotnik w hucie) nabiera masy szklanej na koniec długiej rury żelaznej, zwanej piszczelem, wkłada koniec piszczela do odpowiedniej formy i wydyma szklanekę, butelkę czy szkło do lampy. Dla zrobienia szyby, wydyma dużą banie walcowatą, której końce po ostygnięciu odcina, rozrzyna ją wzdłuż i, rozgrzawszy, prostuje w równą taflę.

Robota w hucie szklanej jest bardzo ciekawa i dlatego hutę należy zwiedzić.

Jest bardzo wiele minerałów, które składają się również z krzemionki, jak piasek.

Najpospolitszym u nas jest **krzemień**, kamień brunatny, na powierzchni często białawy, wyblakły. Spotykamy go nieraz na polach w bryłach kulistych lub w kawałkach z ostremi brzegami. Szczególniej dużo krzemieni jest w okolicach, gdzie się znajdują skały wapienne.

Krzemień łupie się łatwo na kawałki z ostremi krawędziami. Dlatego niegdyś, kiedy ludzie jeszcze nie znali metali, używano ostrych krzemieni na noże do rozcinania skór, groty do dzid, siekierki kamienne i tym podobne narzędzia.

W starych mogiłach pogańskich, mających po parę tysięcy lat, można nieraz znaleźć takie krzemienne narzędzia.

Uderzony o stal krzemień daje iskry. Stąd używano go jeszcze przed kilkudziesięciu laty do krzesania ognia (krzemień, krzesiwo i hubka), a także do tak zwanej broni palnej skałkowej. W kurek wmcowany był śrubą kawałek krzemienia, który za pociągnięciem cyngla spadał na żelazną panewkę, dawał iskry i zapalał znajdujący się tam proch.

W naszych górach Świętokrzyskich w Kieleckiem, a także w Karpatach i innych górach, często znajdujemy gromadki kwarcu krystalicznego w postaci słupków sześciograniastych, ściętych u góry w daszki.

Kryształy kwarcu zupełnie przezroczyste zowiemy **kryształem górskim**. Zabarwione fioletowo noszą nazwę **amezystów**. Czarne nazywają się **kwarc dymny**.

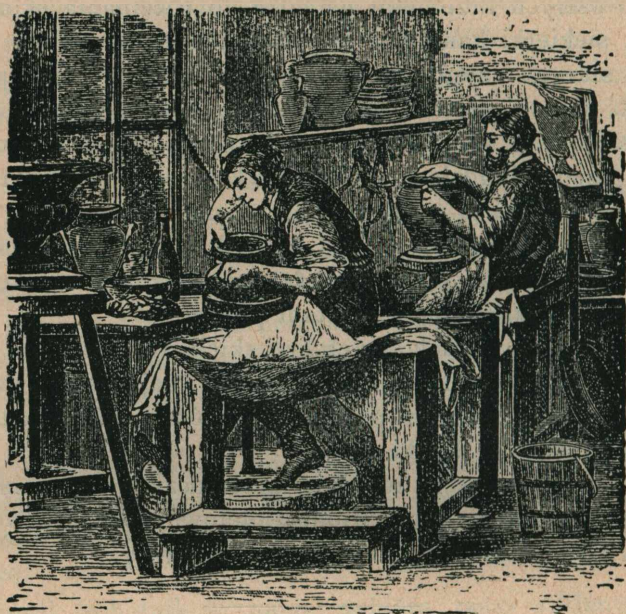
VII. G l i n a .

Glina z pozoru nieco przypomina piasek, również bowiem składa się z ziarenek, ale ziarnka te są drobnutkie jak pył i mają skład chemiczny daleko bardziej złożony, niż kwarc, składają się bowiem z krzemionki, połączonej z metalem glinem (aluminjum) i z tlenem.

Barwa gliny zupełnie czystej jest biała. Taką jest glina **kaolinowa**, używana na wyrób porcelany. Glina biała mniej czysta, gruboziarnista, idzie na wyroby fajansowe, zwyczajne

talerze, spodki, filiżanki. Różne gatunki gliny szarej, żółtej i brunatnej służą do wyrabiania garnków, misek, fajek, dachówek i cegły.

Główny pożytek gliny polega na tem, że można z niej różne rzeczy lepić, że jest lepka, to jest z wodą urabia się na rodzaj lepkiego ciasta. Takie ciasto gliniane po wysuszeniu wypala się w ogniu, gdzie twardnieje na kamień.



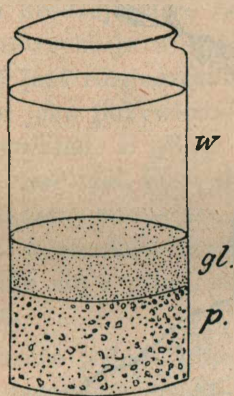
Rys. 39.

Weźmy kawałek gliny, dodajmy wody, wymieszajmy dobrze i ulepmy z tego małą cegielkę. Tę cegielkę wysuszymy i wrzucmy do ognia. Po paru godzinach wyjmemy twardą, dobrze wypaloną cegłę.

W podobny sposób robi cegły strycharz, lecz ma do tego formę drewnianą. W kraju naszym w bardzo wielu miejscach znajduje się glina strycharska i dlatego widać mnóstwo cegielni. Przy cegielni, oprócz dołów po wybranej glinie, są szopy do suszenia cegły i piec do jej wypalania.

Garncarz wyrabia garnki na tak zwanem kółku garncarskiem, które składa się z dwóch krążków, umieszczonych poziomo na osi pionowej. Na górny krążek kładzie rozrobioną glinę, a nogą kręci krążek dolny. Przez stosowne uciskanie ręką lub formą obracającej się wraz z krążkiem gliny nadaje się jej postać dzbanka, misy i t. d. (Rys. 39).

Powiedzieliśmy, że glina rozrabia się z wodą na ciasto; przytem nie rozpuszcza się ona w wodzie, ale opada na dno,



Rys. 40.



Rys. 41.

jak to można stwierdzić, rozmieszawszy glinę w szklance wody lub wysokim słoiku szklanym. Ziarnka gliny po zamieszaniu długo będą się unosiły w wodzie, ale wkońcu opadną na dno, tworząc równiutką warstwę poziomą.

A co się stanie, jeśli do wody nasypać piasku, nakłść gliny i razem rozmieszać?

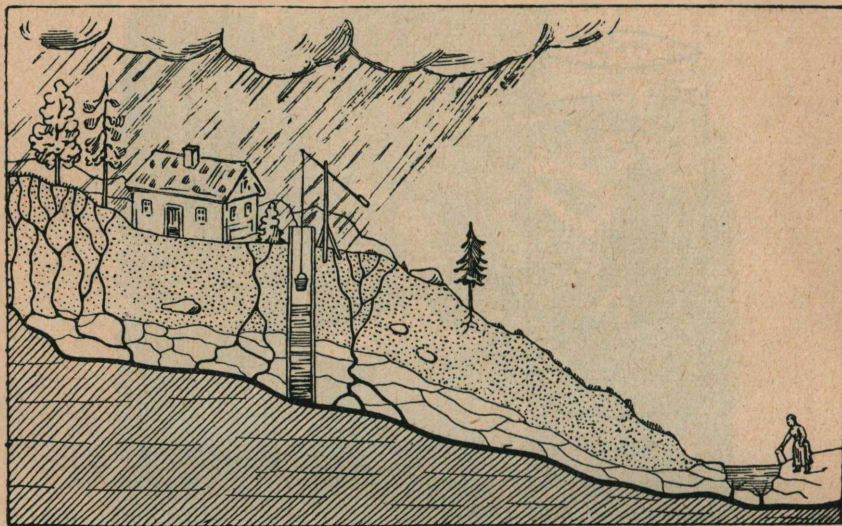
Piasek opadnie pierwszy i utworzy warstwę dolną, a potem opadnie glina, dając warstwę górną; nad gliną będzie czysta woda.

Takiego prostego sposobu można użyć, aby się dowiedzieć, ile mamy np. piasku pomieszanego z gliną w swoim gruncie. Biorę dobrą garść gruntu, rozmieszam z wodą w wysokim a wąskim słoiku i po opadnięciu piasku i gliny patrzę, ile jest jednego i drugiego. (Rys. 40).

Grunt, w którym jest więcej niż połowa piasku, zowie się piaszczystym, piaskowatym; gdzie zaś jest więcej gliny — glinkowatym, gliniastym; grunt, czyli gleba, albo ziemia orna, zawierająca więcej gliny, nazywa się tłusta, ciężka; zawierająca zaś więcej piasku nosi nazwę chudej albo lekkiej.

Glina ma tę własność, że wody przez siebie nie przepuszcza.

Do lejka włożmy waty, ale na watę nałożmy gliny i nalejmy wody: woda przeciekać przez lejek nie będzie.



Rys. 42.

Na glinę nasypmy warstwę piasku i nalejmy wody: przez piasek woda przesiąknie, ale na glinie się zatrzyma. (Rys. 41).

To samo, co w naszym lejku, dzieje się w przyrodzie. Jeśli woda pada na pokład gliny, to się na nim zatrzymuje. Stąd grunta i drogi gliniaste z trudnością wysychają. Jeżeli pod piaskiem znajduje się glina, to wody deszczowe przesiąkają przez piasek, ale zbierają się pod nim na glinie, dając żyłę wody zaskórnej. Taka zaskórnicza często gdzieś daleko w miejscu niższem znajduje sobie znowu ujście na powierzchnię ziemi i tworzy, bijąc w górę, źródło (jak fontanna). (Rys. 42).

Grunta ściśle gliniaste zachowują się inaczej, niż piaszczyste: w czasie wilgotnym są długo mokre, a więc nieurodzajne; podczas suszy zsuchają się i twardnieją jak kamień, a nawet często pękają, rozrywając korzonki roślin. Do uprawy najlepsze są ziemie, gdzie na 2 lub 3 części gliny przypada jedna część piasku. To też spoiste gliny można poprawić nawożeniem piasku, tak samo jak suche piaski poprawiamy, dodając do nich gliny.

Grunta gliniaste, pomimo że są trudniejsze do uprawy, są daleko urodzajniejsze od piaszczystych. Pochodzi to stąd, że glina zatrzymuje w sobie nie tylko wodę, ale i to wszystko, co w niej jest rozpuszczone, a więc wszelkie części mineralne, ważne jako pożywienie roślin.

Naprzykład, w glinie jest zawsze nieco wapna i potasu, takich właśnie ciał, których rośliny potrzebują do żywienia się. Pod działaniem powietrza, dwutlenku węgla i wody, oraz pod wpływem korzonków roślinnych, te części pożywne powoli wylugowują się z gliny, dostają się do wody i służą roślinom za pokarm.

I jeszcze jedno: glina zatrzymuje długo dodany nawóz, gdy tymczasem na piasku prędko przesiąka on wгłąb, ginąc dla roślin. Oto dlaczego piaski nawozić trzeba niewiele a często; na glinach można kłaść nawóz raz na 5, albo na 6 lat.

Gliny, tak samo jak piaski, tworzą zwykle w ziemi mniej lub więcej grube pokłady. Zdarzają się pokłady gliny, mające po kilkadziesiąt, a nawet paręset metrów grubości. W miejscach, gdzie kopią glinę, albo w wąwozach, jakie często wypłókuje woda w okolicach gliniastych, nieraz widzimy, że warstwy gliny zmieniają się parokrotnie z pokładami piasku. Albo znów widać, że glina układa się cienkimi, zbitymi, jedna na drugiej leżącymi warstewkami. Te cienkie warstewki czasami są tak stwardniałe, że tworzą jakby kamień, złożony z cienkich blaszek. Taki kamień, a raczej taka skała, zowie się **łupkiem ilastym**. Łupki ilaste są nadzwyczaj rozpowszechnione na ziemi; leżą zwykle głęboko, pod grubymi pokładami piasków, glin i innych utworów podobnych.

Łatwo się domyślić, że łupki ilaste musiały powstać

z glin. Wody rzeczne niosą glinę do morza. Tam glina czasem opada na dno. Nad nią zaś leży warstwa wody, nieraz na kilka kilometrów głęboka. Cóż dziwnego, że pod naciskiem takiej olbrzymiej ilości wody warstewki gliny twardnieją i zamieniają się w łupki! Łupkiem ilastym, często zanieczyszczonym przez wapno i węgiel, jest ten szary materiał, z którego wyrabiają tabliczki do pisania i rysiki dla dzieci.

W podobny sposób, jak łupki z glin, powstały z piasku skały zwane **piaskowcami**. U nas w Polsce nie brak piaskowców; mamy obfite ich pokłady w Radomskim, Kieleckim i innych okolicach. Piaskowiec jest mniej lub więcej twardy, a zawsze złożony z wyraźnych ziarenek piasku, czemś ze sobą zlepionych. Otóż są one zlepione gliną lub wapnem, czasem drobnymi ilościami rudy żelaza. Te piaskowce utworzyły się na dnie głębokich wód z ziarn piasku, które tam leżały i zbily się pod naciskiem wody w twardą masę.

Piaskowce służą do różnego użytku: na budulec, na scho-
dy, pomniki, krzyże, kamienie młyńskie, oselki do kosy i do toczków kowalskich, a także na wiele innych rzeczy.

VIII. Granit.

Był czas, kiedy na kuli ziemskiej nie było ani gliny, ani piasku, ani piaskowców, ani łupków. Cała stała część skorupy ziemskiej składała się z masy kamiennej, podobnej do tych głązów polnych, jakie w wielu okolicach kraju widzimy. Masa ta, zwana **granitem**, dała czasem początek i piaskom, i glinom, i wielu innym skałom, wchodzącym obecnie w skład skorupy ziemskiej. Granit i dziś znajduje się wszędzie w ziemi, ale tylko gdzieś tam wystaje na powierzchnię ziemi, tworząc wysokie grzbiety gór i skał, przeważnie zaś ukryty jest w głębi pod glinami, piaskami, wapieniami i t. p.

Nasze **kamienie polne**, rozsiane na znacznym obszarze dawnej Kongresówki, szczególnie w jej północnej i środkowej części (Suwalskie, Płockie, Podlasie), są właśnie odłamami skały granitowej i dlatego musimy się z nimi bliżej zapoznać.

Dwie są główne u nas odmiany kamieni granitowych: czerwony i szary; spotykają się jednak granity żółtawe, różowe, zielone, a nawet czarne.

Na pierwszy rzut oka widać, że granit jest ziarnisty, że składa się z pojedynczych, jakby przystających do siebie ściśle ziarn.

Jedne z tych ziarn są kanciaste, płaskie, połyskujące, nieprzezroczyste, barwy czerwonej, żółtawej lub białej. Są to ziarnka **skalenia**. Zapamiętajmy je, bo stanowią one najważniejszą część składową granitu.

Inne ziarnka są zaokrąglone, białawe lub szare, słabo połyskujące, nieco przeświecające pod światło i jakgdyby pokryte warstewką tłuszczu. To są ziarnka **kwarcu**.

Trzeci rodzaj ziarn przedstawia się w postaci drobnych, mocno błyszczących blaszek barwy białej, żółtawej lub czarnej. Są to blaszki **łyśczyku** (czyli miki).

Zazwyczaj skałek, kwarc i łyśczyk są tak ściśle ze sobą spojone, że dają razem skałę granitową twardą, trwałą, przydatną szczególnie na budowlę. Wielkich głazów polnych chętnie używamy pod węgly chat i stodół; mniejsze zbieramy na bruk; z odłamów granitu robimy schody, słupy mostowe, tamy i groble kamienne nad morzem i rzekami. Ponieważ granit daje się wykuwać, a nawet wygładzać, przeto używamy go na pomniki. Tak pomnik Mickiewicza w Warszawie ma podstawę i schody z granitu.

Niezawsze jednak kamienie polne są twarde. Często zdarza się spotkać kamień, który za uderzeniem młota natychmiast kruszy się, rozpada na kawałki, a nawet na drobne ziarna. Taki granit zowiemy **zwietrzałym**. Jest to granit popsuty działaniem wody, powietrza i ciepła. W granicie zwietrzałym skałek uległ zmianie: pod wpływem wody i powietrza utracił on zawarte w nim wapno, sól i potas; oraz część krzemionki, a przybrał nieco wody i zmienił się w miękką glinę. Glinę tę powoli wypłókuje woda, a przez to ziarna kwarcu i blaszki łyśczyku muszą się rozejść, i cały kamień się rozkrusza.

I cóż powstaje ze zwietrzałego granitu?

Najpierw ze skalenia — glina.

Następnie z ziarn kwarcu — piasek.

Wreszcie pozostają lekkie blaszki łyszczyku.

Teraz zaczyna się dalsza praca wody. Każdy deszcz unosi glinę i piasek, i łyszczyk, tworząc strugi błota. Część zabranej gliny i piasku woda osadzi gdzieś dalej na lądzie, część uniesie do rzeczek i rzek, a rzekami dostaną się te męty do morza. Tam najpierw najbliższej ujścia rzeki opadną kamyki i ciężki piasek, dalej ułoży się glina, a najdalej od brzegu osiada blaszki łyszczyku. Dzieje się to powoli, lecz ciągle, przez dziesiątki, setki, tysiące lat. Z tych nieznaczących osadów przez długie wieki powstają grube warstwy glin, piasków i ilów, leżących na dnie mórz i oceanów, a zczasem stwardniają one w zlepienie, łupki ilaste i łyszczykowe, oraz w twarde piaskowce.

Tak to granit przez wietrzenie daje początek piaskom, glinom, ilom, łupkom ilastym i piaskowcom. Jak zobaczymy dalej, z granitu biorą też pierwotnie początek nawet nasze wapienie i marmury.

— Dobrze to wszystko, powiecie, ale jeżeli piaski i gliny, łupki i piaskowce osadzają się na dnie mórz, to skądże one znajdują się potem na lądach? Wszakże pełno piasku i gliny mamy wszędzie, a nie żyjemy na dnie morza.

Otóż właśnie, że my żyjemy na dnie dawnego morza. Skorupa ziemi nie trwa w wiecznym spokoju. Przeciwnie: jedne jej części nieco podnoszą się w górę, jakby wydymając się, inne zapadają się; w jednych miejscach powstają na ziemi wypukłości, w innych zakłębienia. Dna dawnych mórz wznosiły się do góry, stały się lądami; wody, które z nich powoli ściekały, zatopiły dawny ląd. W taki to sposób gliny, piaski i inne skały podmorskie wyłoniły się niegdyś z pod wody i dziś tworzą nasze lądy.

Ale takich glin i piasków morskich u nas w Polsce jest niewiele. Więcej daleko glin i piasków, które pokrywają nasz kraj, powstało w sposób odmienny.

W jaki, zrozumiemy dokładnie, skoro odpowiemy sobie na pytanie: skąd się wzięły u nas kamienie i wielkie głazy na polach?

Skąd się wzięły kamienie na polach naszych?

Jest osobna książeczka F. Piotrowskiego*), która na to ciekawe pytanie odpowiada szczegółowo. Tu podamy tylko wiadomości najważniejsze.

Mówiliśmy już, że granit znajduje się na całej ziemi, gdyż przeważna część skorupy ziemskiej składa się z granitów. Ale u nas ta granitowa skorupa jest tak głęboko ukryta pod wapieniami, glinami i innymi skałami, że dokopać się do niej niepodobna. Tylko w Karpatach, a właściwie w Tatrach, w ich najwyższej części, w tak zwanym »trzonie«, granit wystaje wysoko nad ziemią.

Otóż takie same granitowe góry znajdują się na północ od nas, w dalekiej Szwecji, Norwegji i Finlandji. Dawno już zajmowało to uczonych, że nasze kamienie polne, małe, czy duże, nawet nasze żwiry, są ze składu i pozoru zupełnie podobne do granitów norweskich i finlandzkich; tyle tylko, że są zaokrąglone, jakby obtoczone. Rzeczywiście, te nasze kamienie polne są odłamkami granitów norweskich i finlandzkich. Skądże one wzięły się u nas? Co je tutaj przyniosło?

Było to tak. Tam w górach północnych oderwały się niegdyś te kamienie w postaci skał i spadały w doliny, gdzie leżały długi czas, gromadziły się i potrosze wietrzały, rozsypując się w żwiry, gliny i piaski.

Aż przyszedł czas, że w krajach północnych zaczęły padać ogromne śniegi, powietrze oziębiło się tak, że śniegi te nie topniały, lecz, zbierając się w dolinach górskich, stwardniały i dały duże pokłady ziarnistego lodu, czyli **lodowce**. W głębi lodowców i na ich powierzchni pełno było głazów granitowych, iłu gliniastego i ziarn kwarcu, które wykruszyły się ze zwietrzałych granitów. Zimno wciąż się zwiększało. Lodowce rosły i zsuwać się poczęły na południe, gdyż tak właśnie Szwecja i Finlandja są pochylone. Zczasem doszły te lodowce do morza Bałtyckiego, wypełniły je, posuwały się dalej i pokryły znaczną część dzisiejszej Europy środkowej, a w Polsce doszły gdzieniegdzie aż pod Karpaty. Jak długo leżały te

*) Wydana przez Księgarnię Polską.

lodowce? niewiadomo. Ale i na nie przyszedł czas. Zaczęło się na ziemi znów robić cieplej, lodowce coraz więcej topniały, zaczęły ubywać, zmniejszać się. Z ich lodu powstały nasze jeziora pomorskie i rzeki: Odra, Wisła, Bug. Okruchy zaś granitowe, gliny i piaski, które tkwiły w owych lodowcach, osiadły i dały kamienie polne, czyli brukowce, gliny i piaski. Większa część naszych glin i piasków pochodzi z owych lodowców północnych. Nazywamy je napływowcami.

Są jednak całe płaty kraju, gdzie gliny i piaski zostały osadzone nie z wody, lecz naniesione zdaleka przez wiatry w postaci pyłu, który osiadał powoli, aż utworzył grube warstwy. Takimi są naprzykład lekkie glinki proszowskie, sandomierskie, opatowskie, lubelskie i sokalskie. Nazywają się lesem, a stanowią bardzo żyzną glebę.

I ten pył jednak pochodzi pierwotnie z wietrzenia granitów i później został nawiany.

IX. Ziemia rodzajna (gleba).

Jeszcze jedną, najważniejszą dla nas część skorupy ziemskiej zawdzięczamy granitom, mianowicie **ziemię rodzajną**. Każdy wie, że tam, gdzie wyrastają jakiekolwiek rośliny, zwierzchnia warstwa gruntu przedstawia się zawsze inaczej, niż ta, która leży głębiej: jest ona zwykle ciemniejsza, czarniejsza, sypka i krucha jak próchno. Tę zwietrzałą warstwę rodzajną nazywamy **glebą**.

Nie wszędzie jest ona jednakowo gruba. Na górach i skałach tworzy często ledwie widoczną powłoczkę lub zbiera się w szparach i rozpadlinach skał. Na gruntach dobrze uprawnych i znawożonych leży warstwą do kilkunastu, a nawet czasami kilkudziesięciu centymetrów głęboką. Na moczarach leśnych, na starych łąkach, torfowiskach i niektórych stepach daje warstwę do kilku metrów grubą.

Spróbujmy zrobić rozbiór gleby, czyli zwierzchniej warstwy ziemi rodzajnej. Jest to robota nieco kłopotliwa, ale ciekawa i ważna.

Już nam oko widać, że ziemia rodzajna składa się z ziarenek piasku i gliny, z wody, oraz z brunatnych lub czarnych kawałków listków, korzonków i innych części roślin, a także z drobnych kawałków i cząstek przegniłych zwierząt. Te szczątki roślinne i zwierzęce, wchodzące w skład gleby, stanowią **próchnicę**.

Odwážmy ściśle 100 gramów ziemi rodzajnej.

Umieściwszy ją na talerzu, postawmy na słońcu lub na ciepłym piecu, żeby ziemia wyschła zupełnie, żeby z niej wszystka woda wyparowała. Teraz zbieramy tę ziemię jeszcze raz i znowu ważymy.

Nasza ziemia waży teraz 80 gramów; ubyło z niej 20 gramów wody. A więc zawierała ona tyle wody.

Po usunięciu wody zsypujemy zważoną ziemię do żelaznego tygielka i ustawiamy na mocnym ogniu, żeby się ta ziemia przepaliła. Ziemia zaczyna czernieć, potem unoszą się nad nią kłęby niemile pachnącego dymu, wreszcie widać, jak korzonki i t. p. części rozpalają się i zamieniają na popiół. Jednocześnie ziemia z czarnej staje się jasną, żółtawą.

Ważymy przepaloną ziemię jeszcze raz, i coś się okazuje?

Waży teraz tylko 68 gramów: ubyło z niej 12 gramów w postaci dymu i innych gazów; ubyło 12 gramów części roślinnych i zwierzęcych, czyli próchnicy, z której pozostała bardzo nieznaczna część popiołu.

Pozostaje jeszcze dowiedzieć się, ile w naszej glebie mamy gliny i piasku.

W tym celu użyjemy sposobu, który już raz opisałem. Mieszmą tę ziemię z wodą: gdy piasek osiadzie, zlewamy ostrożnie wodę z gliną. Wysuszymy najpierw piasek i zważymy. Waży, dajmy na to, 26 gramów. Tak samo wysuszymy i zważymy glinę: waży bezmała 42 gramy.

Po tem wszystkiem zróbmy rachunek ogólny.

W 100 gramach naszej ziemi rodzajnej było:

wody	20 gramów
próchnicy	12 „
piasku	26 „
gliny	42 „

razem 100 gramów ziemi rodzajnej.

Muszę uprzedzić, że rachunek nasz nie jest ścisły. Wszak w wodzie gruntowej były rozpuszczone różne części mineralne, i to najważniejsze dla roślin i zwierząt, bo te, które w nich właśnie były. Prawda. Ale uczeni mają sposoby zupełnie ścisłego mierzenia tych wszystkich części. Są osobne pracownie, gdzie za niewielką opłatą robią rozbiór nadesłanych próbek ziemi. Różni gospodarze, ogrodnicy i t. p. nadsyłają próbki swojej ziemi do tych pracowni, a tam dowiadują się ściśle, ile w ich gruncie znajduje się nietylko gliny, piasku i próchnicy, ale także ile jest wapna, żelaza, potasu, fosforu i innych części mineralnych.

Ważna to dla rolnika czy ogrodnika rzecz wiedzieć, jaki skład ma jego rola, — co w niej jest, a czego brakuje, — jakich części, jakich nawozów trzeba jej dodać. Napiszą mu np., że w ziemi jest za mało wapna, to będzie grunt wapniował lub gipsował; okaże się brak fosforu, to posypie superfosfatem; na brak potasu zaradzi kainitem; na brak azotu ma obornik i nawozy zielone.

X. Wap i e n i e.

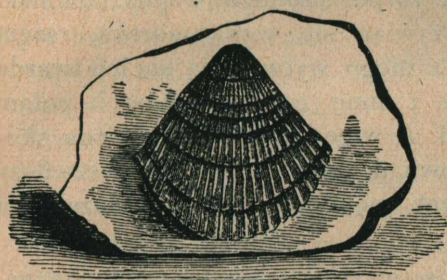
W wielu okolicach naszego kraju znajdują się białe lub żółtawo-szare skały, z których wypalają wapno. Skała taka zowie się wapienną lub wprost **wapieniem**.

Wapienie leżą albo tuż na powierzchni ziemi, albo też głębiej pod piaskiem lub gliną, tworząc głębokie na kilka i kilkanaście metrów, a nieraz na wiele kilometrów grube pokłady. U nas wapienie spotyka się w wielkiej ilości w Lubelskiem w okolicach Chełma, Lublina, Kazimierza nad Wisłą;

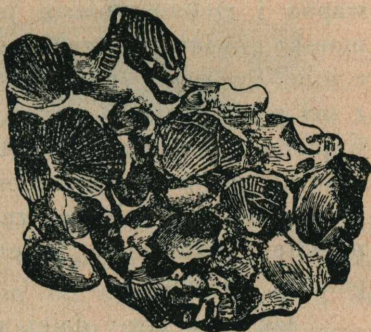
w Kieleckiem — w Ojcowie i jego okolicy, pod Częstechową; prócz tego są w ziemi Suwalskiej, Łomżyńskiej i na Podkarpaciu. W innych krajach wapień tworzy nieraz wysokie wzgórza lub rozległe na setki kilometrów płaszczyzny, albo też leży na bokach gór granitowych.

Zwykły wapień odłupuje się w kańczastych bryłach szaro-żółtawej barwy. Jest on dość twardy, tak że paznogciem nie daje się rysować; łatwo jednak rozbić go na kawałki. Rzucony do wody, opada na dno, gdyż jest od wody cięższy.

Przyglądając się bliżej kawałkom wapienia, często można zobaczyć w nim jakieś muszelki dziwnej postaci, jakby pozle-



Rys. 43.



Rys. 44.

piane z sobą. W naszych wapieniach z pod Chełma, Kazimierza, Ojcowa znajduje się mnóstwo muszli drobnych i większych, rozmaicie karbowanych i prążkowanych.

Muszele te osiadły na dnie morza, które niegdyś zalewało obecny nasz kraj. I dziś we wszystkich morzach, ba, nawet w stawach i rowach, żyje mnóstwo ślimaków, których ciała pokryte jest twardą wapienną skorupą. Cóż się robi z temi skorupami po śmierci ślimaków? Oczywiście opadają one na dno wody, gdzie gromadzą się w wielkiej ilości. To samo było w owych morzach, które niegdyś pokrywały znaczną część naszej ziemi. Żyły w tych morzach miliony ślimaków, których wapienne skorupy, padając na dno morza, zczasem, po długich, długich wiekach, zbiły się razem, poczęści pokruszyły i dały gruby pokład wapienia. (Rys. 43 i 44).

Olbrzymie pokłady takich wapieni i dziś powstają we wszystkich morzach. Podczas kurczenia się skorupy ziemskiej, przy jej zapadaniu się w jednych okolicach ziemi a podnoszeniu się w innych, pokłady wapienia wydostają się nad wodę i dają te skały wapienne, których mnóstwo mamy na całej ziemi.

A chcecie wiedzieć, jaki jest pierwszy początek tych skał wapiennych na kuli ziemskiej? Oto pierwotnie pochodzą one z tych samych granitów, z których powstają także glina i piasek. Dzieje się to w ten sposób. Skalenie, wchodzące w skład granitów, zawierają w sobie między innymi ciałami także wapno. Podczas rozkładu skaleni woda gruntowa rozpuszcza wapno i rzekami niesie je do morza. Z tego powodu woda morska zawiera znaczną ilość rozpuszczonego wapna. Ślimaki i inne zwierzęta morskie, żywiąc się wodą morską, razem z nią pochłaniają to wapno, z niego wytwarzają się ich twarde wapienne skorupy, szkielety i inne części, z których potem osadzają się pokłady wapieni. A więc wapno, które woda skorupie ziemskiej zabrała, znowu do niej powraca, przeszedłszy przedtem przez ciało zwierząt morskich, którym służyło za pancerz obronny.

Jak zobaczymy dalej, nie wszystkie skały wapienne powstają w sposób przez nas opisany; ale takie jest niewątpliwie pochodzenie wapienia muszlowego, składającego się z muszelek.

Rozpatrzmy teraz bliżej niektóre własności wapienia.

Gdy kawałek skały wapiennej wrzucimy do ognia i mocno wyprażymy przez parę godzin, wapień zmieni się zupełnie. Stanie się znacznie lżejszy i bielszy; przytem będzie tak miękki i kruchy, że można go z łatwością rozcierać na proszek. Wapień wypali się na **wapno niegaszone**.

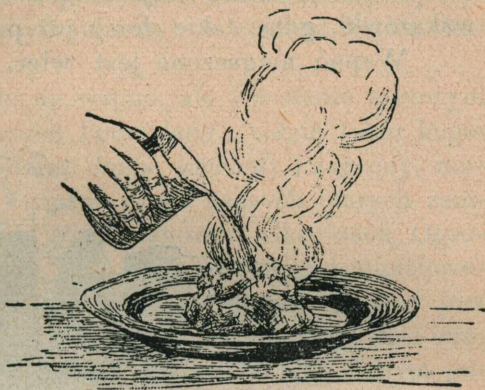
Dostańmy sobie kawałek niegaszonego wapna, położmy na miskę i nalejmy zimnej wody. Natychmiast wapno zacznie nasiąkać wodą, pęka z trzaskiem, a jednocześnie woda stanie się tak gorąca, że para będzie z niej buchała. (Rys. 45).

Kiedy się już wszystko uspokoi, zlejmy wodę i spróbujmy jej trochę na język. Będzie ona piekąca, niemiła w smaku, biaława. Będzie to **woda wapienna**, czyli **mleko wapienne**. Takiej wody używa się nieraz na lekarstwo dla ludzi do płó-

kania gardła, a także jako dobrego lekarstwa dla bydła przy odęciu. W razie odęcia krwi trzeba natychmiast roztworzyć jej pysk i wlać gwałtem parę litrów wody wapiennej, którą każdy gospodarz powinien na lato zawczasu sobie na wypadek przygotować.

Pozostała po zlaaniu wody masa biała, miękka, lasująca się stanowi **wapno gaszone**, albo lasowane. Każdy widział, jak mularz sypie do skrzynki surowe wapno i zalawszy wodą, lasuje je, czyli gasi. Wapno surowe bardzo

łatwo wciąga wodę i dlatego wysusza wszelkie rzeczy wilgotne. To też z wapnem trzeba być bardzo ostrożnym. Mularze nieraz mają ręce powygryzane od wapna, a zdarzają się nawet wypadki oślepienia przy zatarciu oka wapnem niegaszonym. (Rys. 46).



Rys. 45.



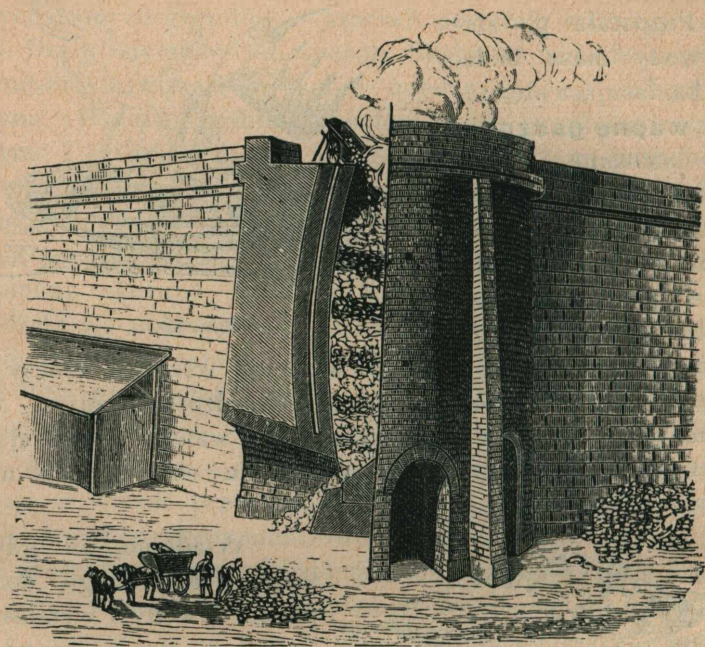
Rys. 46.

spaja cegły i obrzuca z zewnątrz, czyli tynkuje mury. Dlaczego? — Dlatego, że zaprawa na powietrzu prędko zsyca się i zmienia w masę twardą, ziarnistą, wytrwałą na wilgoć i powietrze. Nie domyślilibyście się, skąd pochodzi ta przemiana wapna w twardy tynk. Oto stąd, że wapno wilgotne wciąga w siebie z powietrza dwutlenek węgla, który się w niem zawsze znajduje, łączy się z tym gazem, rozpuszcza w sobie nieco krzemionki z piasku i razem daje ową twardą masę.

Wiadomo, że gdy do wapna lasowanego dodamy piasku i wody i wymieszymy dobrze, to otrzymamy **zaprawę mularską**, czyli **tynk**. Zaprawą, czyli, jak się mówi poprostu, wapnem, mularz

Korzystając z tego, w ostatnich czasach zaczęto z zaprawy mularskiej lepić całe domy, stodoły, obory i inne budynki. Sprawą tą zajmowała się najwięcej »Gazeta Świąteczna«, podano tam dokładne objaśnienia, rysunki gotowych domów, wskazówki, gdzie takie domy już postawiono, i tak dalej.

Wapno niegaszone jest więc, jak widać z poprzedniego,



Rys. 47.

niezmiernie cennym materiałem i dlatego wypalamy je w wielkiej ilości.

Piec do wypalania wapna przedstawia się w postaci głębokiego dołu, na którego spód kładzie się drzewo, a na to wapień, podpala się i praży w ogniu do zupełnego wypalenia. W dużych fabrykach wapna budują się wielkie piece jak wieże, z windami, które ciągną kamień wapienny do góry, z kanałami, prowadzącymi powietrze — i t. d. (Rys. 47). U nas wielkie piece wapienne znajdują się np. pod Częstochową,

Kielcami, Sulejowem, pod Krakowem i na Śląsku. Poznać je łatwo zdaleka po białym pyłe, który je pokrywa, i po dymie, unoszącym się nieustannie z nad takiej wieży.

Prócz zaprawy mularskiej, z wapna z dodaniem gliny wyrabia się cement wodny (hydrauliczny), a z niego beton, kamienie sztuczne.

Nietylko po wypaleniu na wapno, ale i w stanie surowym wapien używa się jako kamień budowlany. Gdzie tylko kopie się wapien, tam można widzieć domy, kościoły i zagrody, murowane z tego kamienia. Znaczna część naszych starych zamków, jak w Kazimierzu nad Wisłą, Janowcu, Chęcinach, Ogrodzieńcu, Ojcowie, zbudowana jest ze zwyczajnego i muszlowego wapienia. Nie każdy jednak gatunek wapienia zdolny jest na budowlę; są takie, które łatwo nasiąkają wilgocią, inne wietrzeją od deszczu, inne kruszą się; czasem w tym samym poładzie znajdują się różne gatunki.

Odmianą wapienia jest **kreda**, której używamy do pisania, do bielenia ścian, czyszczenia metali i t. p. Jest ona znacznie miększa od zwykłego wapienia, tak że ściera się przy potarciu, a przytem jest biała lub zlekka żółtawa, jeśli zawiera domieszkę gliny albo rudy żelaza.

Napozór kreda wydaje się jednolitą, ale gdy pyłek z kredy rozpatrzymy zapomocą szkieł powiększających, okazuje się, że jest ona złożona z niezmiernie małych, dziurkowatych muszelek. Obliczono, że w ziarnku kredy wielkości łebka od szpilki mieści się pół miljona muszelek. Takie są one maleńkie! (Rys. 48).

Muszelki te pochodzą z drobniutkich żyłatek morskich, których ciało za życia otaczały. We wszystkich morzach żyje niezliczone mnóstwo takich żyłatek, zwanych **otwornicami**, których miękkie, galaretowate ciało otacza wapienna skorupka. Po śmierci żyłatek skorupki ich opadają na dno morza, gdzie z biegiem lat i stuleci dają grube pokłady kredy.

Kreda, jako wapien, posiada wszystkie jego główne wła-

sności: można ją więc wypalać w ogniu na wapno, zlasować je, zlać wodę wapienną, zmieszać wapno lasowane z piaskiem i zrobić zaprawę mularską. Radzę wam wrzucić kredę do ognia na parę godzin i sprawdzić wszystkie powyższe roboty.

Przypominacie sobie, że z kredy wydzielaliśmy jeszcze jedno ciało, znany nam dwutlenek węgla, mianowicie oblewając kredę jakimkolwiek kwasem: octem mocnym, kwasem solnym lub siarkowym. Należmy nieco kwasu na kawałek kredy



Rys. 48.

czy wapienia zwyczajnego lub muszlowego: kamień obłany zaczyna natychmiast syczeć i występują na nim przejrzyste bąbleczki dwutlenku węgla.

Jest to jedna z prób na wapień.

Kiedy się o tem zgadało, to zróbmy to porządnie jeszcze raz. Do bańki wkładamy nieco potłuczonej kredy, nalewamy kwasu solnego, zatykamy korkiem z rurką i widzimy, jak z kredy wydziela się dwutlenek węgla. Zanurzymy koniec rurki do wody, to będzie widać doskonale, jak ten gaz węglowy bą-

blami z rurki wychodzi. Jeśli ten gaz długo przez wodę przepuszczamy, to część jego rozpuści się w wodzie, która z tego powodu nabierze nieco kwaskowego smaku: będzie to jakby woda sodowa, w której jednak jest mało gazu. Tak właśnie robią wodę sodową, lecz dwutlenek węgla gwałtem w nią wtłaczają i utrzymują w szczelnie zamkniętych butelkach lub syfonach.

A teraz przepuszczajmy dwutlenek węgla przez wodę wapienną. Wiemy, co będzie: woda zmętnieje, utworzy się w niej biały proszek. Ten proszek powstaje z połączenia dwutlenku węgla z wapnem. A czemuż jest takie połączenie? — Ano, wapieniem. Otrzymaliśmy proszek wapienia sztucznie. Jeżeli jednak będziemy dalej przepuszczali dwutlenek węgla, to woda wapienna znowu stanie się przezroczysta i bezbarwna, proszek wapienny z niej zniknie. Doświadczenie to poucza nas, że woda zawierająca dużo dwutlenku węgla rozpuszcza w sobie wapien. Tą właśnie drogą wapno dostaje się do wód gruntowych, skąd czerpią je różne rośliny. Jest wiele roślin, które do dobrego wzrostu i wykształcenia nasion potrzebują koniecznie wapna. Gdzie wapna jest w gruncie mało, tam rosną one słabo. Dlatego to grunta ubogie w wapno powinniśmy wapniować. W tym celu posypujemy je zwykłym miałem wapiennym. Miał wapienny należy rozsypywać równo na ziemię wilgotną po rosie lub deszczu. Szczególniej koniczyny, grochy i drzewa owocowe wymagają dużo wapna w gruncie; tylko łubin wapiennego gruntu nie znosi.

U nas kreda występuje głównie w dwóch miejscach: pod Chełmem w Lubelskiem i pod Łabnem w Suwalskiem. W kredzie często spotkać można bryły kamienia lub piaskowca, a to dziwić nas nie powinno, gdyż i krzemień i piaskowiec powstały na dnie morskiem, to jest tam, gdzie się osadziła także kreda.

Znacznie mniej podobny do zwykłego wapienia, niż kreda, jest **marmur**. Jest to piękna skała, barwy jednostajnie szarej, białej, czarnej lub też w rozmaity sposób żyłkowana.

Marmur jest twardszy od kredy i zwykłego wapienia, daje się wybornie rzeźbić i wykuwać dłótę i doskonale się wygładza. Szczególniej ładnym, błyszczącym staje się po wygładzeniu. Tworzy on również pokłady, choć nie tak rozległe, jak wapień zwyczajny.

Marmury jednostajnej białej barwy idą na posągi; znajdują się one we Włoszech (marmury kararyjskie) i Grecji. Inne gatunki marmurów używają się na nagrobki rzeźbione, schody, stoły, słupy ozdobne (kolumny), posadzki i t. p. U nas bardzo ładne marmury znajdują się w Kieleckiem, szczególnie w Chęcinach, gdzie też jest fabryka wyrobów marmurowych.

Marmur tem jeszcze różni się od wapienia zwyczajnego, że składa się z drobiutkich, kańczastych ziarneczek, czyli kryształów. Szczególniej wyraźnie znać kryształki w marmurach białych, które wyglądają jak kawałki cukru. Zresztą marmur posiada ten sam skład, co inne wapienie, tak samo burzy się od kwasu i wydaje ze siebie dwutlenek węgla, a na ogniu wypala się na wapno. Warstwy marmuru tworzą najczęściej żyły wśród wapienia zwykłego, co dowodzi, że skała ta musiała powstać ze zwyczajnego wapienia.

Często i w marmurze i w zwykłym wapieniu można spotkać większe lub mniejsze bryły kamienia wapiennego zupełnie przezroczystego, o ściankach gładkich, błyszczących a równiutkich, jakby je kto wystrugał. Jest to wapień krystaliczny, zwany inaczej kalcytem. W takich kryształach, rozmaitej wielkości i postaci, wydziela się zazwyczaj wapno, rozpuszczone w wodzie.

Jest jeszcze jeden rodzaj kamienia wapiennego, spotykany i w naszym kraju, mianowicie **wapień naciekowy** albo stalaktytowy. Ta ostatnia nazwa pochodzi stąd, że kamień ten tworzy najczęściej sople i słupy (stalaktyty) zwieszające się ze stropów jaskiń podziemnych.

W wielu okolicach ziemi, między innemi u nas w Ojcowie i pod Olsztynem, znajdują się w skałach wapiennych obszerne jamy, czyli jaskinie podziemne, wypłókanę przez wodę podziemną. W takich właśnie jaskiniach często bardzo ze

stropu zwieszają się białe sople wapienia najrozmaitszej wielkości. Jedne są maleńkie jak palec, inne dochodzą do pół metra i więcej grubości. Pod każdym soplem, czyli stalaktytem, widać na ziemi rozplaszczoną masę wapienia, zwaną stalagmitem. Gdzieindziej stalaktyty górne prawie łączą się z dolnymi; w innych miejscach zlewają się zupełnie — i wtedy tworzą słupy wapienne najdziwaczniejszej postaci, grube na parę metrów.

Prześliczny jest widok takiej jaskini z soplami zwieszającymi się ku dołowi, z licznymi słupami, podpierającymi jej wysokie sklepienie. Gdy wejdiesz tam z zapalonem łuczywem, blask jego, padając na załomy ścian i słupów, nadaje im przedziwny, prawdziwie czarowny wygląd. W jaskini ojcowskiej, zwanej »Królewską«, z powodu że tam ukrywał się przed wrogami dzielny Władysław Łokietek, sople i nacieki wapienne w jednym miejscu tworzą zupełnie wyraźny obraz sarny, zawieszanej na ścianie — co nazywają »śpiżarnią królewską«; gdzieindziej oglądamy tam »kuchnię królewską« — rodzaj przyrodzonego kominka, nad którym po wstawieniu pochodni błyszczą dwa wielkie dymiące się otwory.

Skąd się wzięły w głębi ziemi owe sople i słupy wapienne.

Osadziły się one z wody.

Wiemy, że woda gruntowa, zawierająca zawsze dwutlenek węgla, rozpuszcza w sobie wapno. Taka woda, przesączając się przez pokład wapienia, dochodzi powoli do jaskini i tutaj kroplami zwiesza się ze stropu, a wreszcie spada na dół. Za pierwszą kroplą spływa druga, trzecia i dziesiąta, i powtarza się to przez setki i tysiące lat. A każda kropla zawiera w sobie trochę wapna, które osadza się z niej przy wysychaniu. Część wapna osadza się u góry, część spada z kroplą i osadza się u dołu. Z górnego osadu powoli powstaje sopek, który rośnie, powiększa się, grubieje, wreszcie zczasem zrasta się z dolnym osadem i daje słup. Teraz krople wody spływają już bokami słupa i osadzając na nim wapno, przyczyniają się do jego grubienia. Praca nieustanna a wytrwała spadającej kroplami wody prawdziwych cudów dokazuje. Łatwo

przewidzieć, że przy ciąglem osadzaniu się wapna przyjść musi czas, kiedy jaskinie wypełnią się i znikną.

Tak to woda nurtuje wciąż w głębi ziemi, rozpuszcza jedne materiały, osadza inne, wywołując w skorupie ziemskiej olbrzymie zmiany. Szczególniej łatwo rozpuszcza w sobie wapno woda gorąca, ale osadza je napowrót po ostygnięciu. To też często przy źródłach gorących wapno osiada z wody w postaci drobnych ziarneczek, miału lub skorup, dając różne odmiany nacieku wapiennego.

XI. G i p s.

Gips jest ciałem złożonem z wapnia, siarki i tlenu. Zazwyczaj widzimy gips w postaci białej mąki gipsowej albo białej masy, z której robią różne ozdoby i figury. Taki gips jednak nie jest przyrodzonym, lecz otrzymuje się sztucznie. Gips surowy kopie się z pokładów gipsowych, leżących w głębi ziemi. Zwykle ma postać brył szaro-żółtawych, miękkich, napół przezrzystych, kruchych, łatwo łupiących się na blaszki z gładkimi, połyskującymi ściankami. Pokłady gipsu występują u nas w dolinie Nidy (w okolicach Buska, Wiślicy), we wschodniej Małopolsce i na Górnym Śląsku.

Odlammy nożykiem blaszkę surowego gipsu i rzućmy ją do wody: tonie szybko, gdyż gips jest cięższy od wody.

Drugi kawałek gipsu wrzućmy do wody i zagotujmy nad lampką. Pozornie zdawać się będzie, że gipsu nie ubyło, że więc nie rozpuszcza się on w wodzie. Rzeczywiście, rozpuszcza się gips bardzo niewiele, ale jednak trochę się rozpuszcza.

Możemy się o tem łatwo przekonać, jeżeli do doświadczenia weźmiemy wodę miękką. Po zagotowaniu z kawałkami gipsu woda ta stanie się twarda, nie będzie rozpuszczała w sobie mydła. Mówiliśmy w rozdziale o wodzie, jak się możemy przekonać, czy woda jest twarda. Otóż woda, w której rozpuszczony jest gips, zowie się twardą. Taka woda jest niesmaczna, jakby słonawa, gorzkawa, do picia i gotowania nie-

zdatna. Naprzykład groch w wodzie twardej nie daje się gotować. Ale zato woda mająca w sobie gips jest pożywna dla roślin, które gipsu potrzebują na pożywienie.

Szczególniej koniczyny pięknie rosną na gipsowanej ziemi. Znali to ludzie oddawna, ale nie wszyscy chcieli temu wierzyć. Tak więc opowiadają, że Benjamin Franklin, sławny obywatel i uczony amerykański, napróżno przekonywał swoich ziomków, jak zbawiennie wpływa gips na wzrost koniczyny. Wreszcie użył takiego sposobu: na polu swoim w miejscu widocznem zasiał koniczynę i na niej nieznacznie wysypał mąką gipsową napis: »Tu posypano gipsem«. Napisu tego oczywiście nie było znać; ale gdy wszystka koniczyna wyrosła, na miejscu, gdzie był gips, rozwinęła się tak bujnie, że była dwa razy wyższa, niż na całym polu — i wtedy wystąpił z tej koniczyny napis: »Tu posypano gipsem«.

Dziś każdy porządny rolnik wie, jak dobrze wpływa gips na koniczynę, i bardzo wielu nie żałuje paru złotych kosztu na gipsowanie.

Spróbujmy teraz, co się stanie z gipsem na ogniu. Kładę kawałek gipsu surowego do suchej próbówki i ogrzewam. Gips zaczyna trzaskać, bieleje, łupie się na blaszki, a jednocześnie na ściankach próbówki zbierają się kropelki wody. Skąd się tu wzięła woda? Oczywiście, z gipsu; chociaż był on zupełnie suchy, ale w składzie swym miał wodę, która wydziela się podczas ogrzewania.

Gdybyśmy ten gips przepalony zmelli na proszek, otrzymalibyśmy **mąkę gipsową**, czyli gips palony, jaki zwykle sprzedają w składach aptecznych.

Nasypmy takiego gipsu palonego na talerz, dolejmy wody, jakbyśmy chcieli zagnieść miękkie ciasto na kluski, wymieszajmy dobrze patykiem i zostawmy w spokoju. Po kilku minutach owo ciasto gipsowe zacznie jakby schnąć, rozgrzeje się i stwardnieje na biały, dość twardy kamień. Można by myśleć, że gips stwardniał z powodu wyschnięcia; ale przyczyna tu jest inna. Woda tutaj nie tylko nie ulotniła się — na co nawet nie miała czasu — ale przeciwnie, złączyła się z gipsem palonym i dała z nim twarde ciasto.

Wyrzućmy to ciasto gipsowe ze spodka — okazuje się, że posiada ono akurat taką postać, jak wewnętrzna powierzchnia spodka, a to dlatego, że gips dokładnie wypełnia naczynie, w którym się znajduje.

Z tej własności ciasta gipsowego korzystają ludzie, żeby robić odlewy gipsowe.

W kościołach i ozdobnych mieszkaniach często można widzieć na pulapie lub ścianach piękne ozdoby, gzymsy, wierzchołki słupów, jak gdyby ręką wyrzeźbione. Nie są one jednak rzeźbione, lecz odlane z gipsu. Dla zrobienia odlewu gipsowego, bierze się formę wklęsłą przedmiotu, który chcemy odlać, smaruje się ją tłuszczem (np. oliwą) i napenia ciastem gipsowem, świeżo zrobionem. Po stwardnieniu odejmujemy gips od formy — i odlew gotów. Mając na przykład formę wklęsłą Matki Boskiej, robią gipsowy odlew Matki Boskiej; z wklęsłej formy, przedstawiającej podobiznę Kraszewskiego, Mickiewicza, Kościuszki i innych sławnych mężów, robią ich odlewy. Z jednej formy można robić setki odlewów gipsowych — i dlatego są one bardzo tanie.

Można nawet robić odlewy z twarzy ludzi żyjących lub nieboszczyków. W tym celu smarują twarz człowieka mocno oliwą i nakładają równo ciasta gipsowego. Po stwardnieniu otrzymuje się wklęsłą formę, jakby pieczętkę wklęsłą twarzy człowieka. Gdy forma gipsowa wklęsła zupełnie stwardnieje, smaruje się ją oliwą i nalewa do niej znowu ciasta gipsowego. Po wyjęciu z formy będziemy mieli wypukły odlew, przedstawiający dokładną podobiznę danego człowieka. W ten sposób robią pośmiertne sławnych ludzi.

Często sprzedają gipsowe medale, popiersia i całe figury Matki Boskiej, Świętych Pańskich albo sławnych ludzi, np. Sobieskiego, Staszyca, Pola. Medale odlewają się w formach wklęsłych pojedynczych. Popiersia i całe figury odlewają się w formach podwójnych, składanych, z których jedna przedstawia przednią, a druga tylną połowę figury, albo jedna prawą stronę, a druga — lewą. Po zrobieniu obu form składa się je, zostawiając szparę do nalania gipsu. Nalawszy gipsu, odejmujemy obie połówki formy — i odlew gotów.

Kto ma czas i ochotę, może sobie sam robić wklęsłe formy gipsowe różnych medali i z nich potem otrzymywać odlewy. Przy robieniu formy gipsowej trzeba pamiętać, żeby dokoła metalu zrobić szczelnie przystający brzeżek, dla zatrzymania gipsu; przy nalewaniu zaś gipsu metal czy forma powinny być dobrze wysmarowane oliwą, bo inaczej gips tak przystaje, że potem oderwać go nie można.

Ciasta gipsowego używa się jeszcze do tak zwanych opatrunków gipsowych po złamaniu kości ręki lub nogi. Części złamanej kości, np. ręki, lekarz dokładnie napowrót zestawia, żeby do siebie przystawały, a potem obwija rękę opaską płócienną i oblewa dokoła gipsem. Gips twardnieje i utrzymuje części kości na miejscu, przez co łatwiej się zrastają.

Odmianą gipsu jest *alabaster*, barwy białej lub różowej, służący również na odlewy i rzeźby.

XII. S i a r k a.

W aptekach i składach aptecznych sprzedają siarkę albo w proszku, albo w walcowatych kawałkach. Siarka w proszku, zwana **kwiatem siarczanym**, składa się z drobniotkich kryształków; takiej siarki używa się zwykle na lekarstwo dla psów i innych zwierząt.

Siarka w kawałkach walcowatych zowie się **siarką rafinowaną**, czyli oczyszczoną. W ziemi jednak siarka najczęściej bywa pomieszana z gliną lub piaskiem; taką ziemię zwiemy siarczaną i z niej wytapiamy siarkę. Wytopioną siarkę wlewa się do form rurkowych, w których zastyga. Często siarka surowa spotyka się także w prawidłowych kryształkach pięknej żółtawej barwy, z mocnym połyskiem.

Pokłady siarki znajdują się w wielu miejscach na ziemi. U nas jest we wsi Czarkowach nad Nidą i niedaleko Krakowa w Swoszowicach, w okolicy Rybnika i w Truskawcu. Słynne są kopalnie siarki na włoskiej wyspie Sycylji, skąd wielkie jej ilości co rok wykopują.

Dostawszy kawałek siarki, poznamy się bliżej z własnościami tego niezmiernie ciekawego ciała.

Widzimy, że siarka jest dość lekka, żółta, z połyskiem słabym, jakby była tłuszczem posmarowana. Za uderzeniem łatwo się kruszy i rozbija na drobny proszek.

Jeśli długo kawałek siarki trzymamy w ręku, zaczyna trzeszczeć; ten suchy trzask pochodzi od pękania siarki przy ogrzaniu ciepłem ręki.

Potrzymajmy siarkę o sukno i zbliżmy do drobnych kawałeczków papieru, korka, drzewa lub słomy: wszystkie te kawałki będą żwawo przyskakiwały do siarki, jakby je ona do siebie ciągnęła. Rzeczywiście, siarka potarta nabiera osobliwej siły, zwanej elektrycznością, zapomocą której przyciąga inne ciała. Gdybyśmy duży kawał siarki natarli w izbie suchej, cieplej a ciemnej i zbliżyli do tej siarki palec — z siarki wyskoczyłaby ognista iskierka i ukłułaby nas w palec. Taka iskierka elektryczna jest jakby małym sztucznym piorunem; pioruny prawdziwe są również iskrami elektrycznymi, lecz wielkimi, pochodzącymi z chmur.

Wrzućmy kawałek siarki do wody i mieszajmy jak cukier, a nawet ogrzewajmy: siarki nie ubędzie; a zatem siarka czysta nie rozpuszcza się w wodzie. Ale jest wiele związków siarki z innymi ciałami rozpuszczalnych w wodzie. Kupmy w aptece za kilka groszy wątroby siarczanej, siniego kamienia lub koperwasu żelaznego. Każde z tych ciał zawiera w sobie siarkę, a wszystkie rozpuszczają się w wodzie. To też w wodzie gruntowej zawsze znajduje się niewielka ilość siarki. Siarka ta niezbędna jest dla roślin i zwierząt, gdyż wchodzi w skład ich ciała, mianowicie w skład białka, z którego ciała żywe są zbudowane. Po śmierci rośliny czy zwierzęcia ciało ich wydziela różne gazy, z których jeden zawiera dużo siarki, połączonej z wodorem. Gaz ten zowie się **siarkowodorem**. Ma on wstrętą woń, a w dużych ilościach jest nawet mocno trujący. Ten siarkowodór czuć właśnie przy wachaniu zepsutego jajka lub zgniłego mięsa. On to jest tym gazem, który się wytwarza w ludzkich jelitach i wydziela, szczególnie przy niestrawności. Zdarzały się wypadki, że ludzie, oczyszczający miej-

sca ustępowe w dużych miastach, ginęli od siarkowodoru. Dlatego to studnie, leżące w pobliżu gnojówek i ustępów, mają wodę cuchnącą, niezdrową, zatrutą.

Gdzieniedzie spotykają się źródła z wodą, zawierającą z natury dużo siarki. Takie **wody siarkowe** lub siarczane leczą wrzody, skrofuły, reumatyzm i inne ciężkie choroby — i dlatego używają się na lekarstwo do picia lub kąpieli. U nas słyną z wód siarczanych Busk i Solec w Kieleckiem; pod Karpatami leżą Lubień, Swoszowice, Truskawiec, Iwonicz, Rymaków, gdzie są kąpiele lecznicze i woda siarczana do picia. W miejscowościach tych czuć w powietrzu zapach siarkowodoru; zarazem gaz ten działa na rzeczy srebrne, łączy się ze srebrem, pokrywając je czarnym nalotem: siarczkiem srebra. Wogóle srebrne zegarki, łańcuszki, pierścionki, lichtarze i pieśniadze łatwo czernieją wskutek łączenia się ze srebrem siarki, która jest w siarkowodorze. A siarkowodoru w powietrzu mało gdzie brakuje.

Jeżeli kawałek siarki włożymy do próbówki i będziemy ogrzewali, to bardzo prędko roztopi się ona na płyn jasno-żółty. Prowadząc dalej ogrzewanie, zobaczymy, że płyn ten zacznie ciemnieć i gęstnieć, a wreszcie stanie się tak gęsty i lepki, że nie da się wylać z próbówki, nabrany zaś na patyczek będzie się ciągnął w długie a cienkie niteczki.

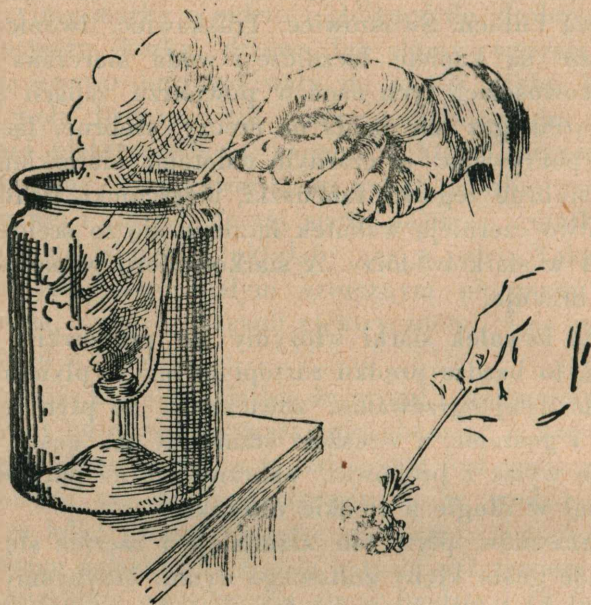
Potem znów płyn ten zrzednieje i zacznie się gotować, wydzielając gęste kłęby żółtawego dymu. Gdybyśmy ten dym siarkowy zebrali na chłodny talerz, osiadł on w postaci kwiatu siarczanego. Ale trzeba być ostrożnym, bo dym siarkowy łatwo się zapala i może rozsadzić próbówkę.

Okazało się więc, że siarka od mocnego ciepła topi się, a potem się nawet ulatnia. Gdy siarkę płynną wylejemy na miseczkę, zastyga napowrót na siarkę stałą.

Zróbmy teraz inaczej.

Kawałek siarki wkładamy na chwilę do ognia: siarka natychmiast się zapala, pali się niebieskim płomykiem, topi się i kapie, a pali się tak silnie, że z trudnością można ją zdmuchnąć. Widzimy więc, że siarka jest ciałem palnym, łatwo zapalającym się i palącym się długo.

Gaz, który wydziela się podczas palenia się siarki, jest oczywiście związkiem siarki z tlenem powietrza. Inaczej zowie się on **dwutlenkiem siarki**, gdyż dwie części na objętość tlenu łączą się z jedną częścią siarki. Dwutlenek siarki ma mocny, duszący zapach, taki sam, jaki czuć przy paleniu zwyczajnych zapalek siarkowych. Ten gaz ma jeszcze jedną ciekawą własność, o której zaraz się przekonamy.



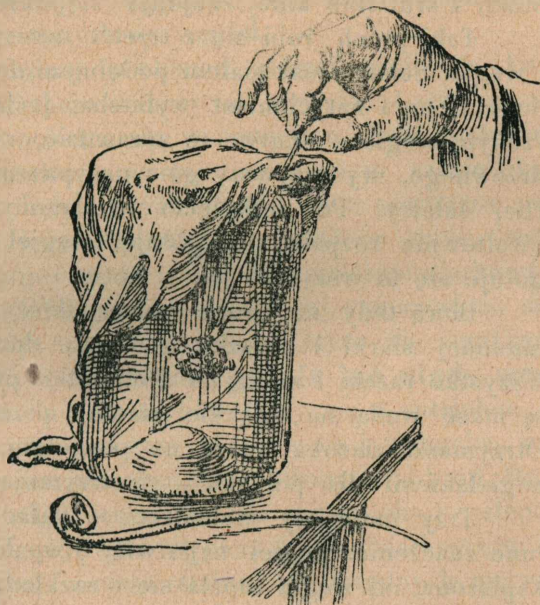
Rys. 49.

Weźmy parę kwiatków barwnych: fiołek, różę czerwoną lub mak, zwilżmy je wodą i włóżmy do szklanki. A teraz na miseczkę położmy rozżarzony węgiel, nasypmy siarki i gdy się już zacznie wydobywać ów gaz siarkowy, nakryjmy wszystko szklanką z naszymi kwiatami. Po upływie paru minut kwiaty zbieleją zupełnie, stracą barwę. Kto nie wierzy, niech sobie to sam sprawdzi choćby tak, jak pokazuje rys. 49 i 50 *).

*) Dwutlenek siarki jest bardzo szkodliwy dla zdrowia, dlatego też doświadczenia z tym gazem należy robić przy otwartem oknie.

Na tej zasadzie używa się siarki do bielenia i czyszczenia różnych materiałów, np. słomy. Kto chce odnowić sobie stary, szerniały kapelusz słomkowy albo wywabić plamę z jagód na chusteczce, niech je zwilży i potrzyma nad palącą się siarką.

Dwutlenku siarki używa się jeszcze do zabijania żyjatek, które spowodzają choroby zaraźliwe. Chcąc np. oczyścić od zarazy, czyli odkazić ubranie chorego, możemy je w wodzie i trzymamy nad gazem z palącej siarki. Chcąc odkazić izbę, w której leżał chory na szkarlatynę, odrę, ospę, lub inną chorobę zarazkową, trzeba na blasze położyć rozżarzonych węgli, nasypać na nie siarki, postawić garnek z gotującą się wodą, żeby z niego dużo pary wychodziło, wyjść i zamknąć szczelnie izbę. Wówczas gaz z parą wodną wedrą się wszędzie i zarazki chorobowe zabija.



Rys. 50.

Siarki używamy do wyrobu prochu strzelniczego i zapalek. O zapalkach opowiemy później; teraz zobaczymy, jak się robi proch.

Proch składa się z drobnych, do maku czarnego podobnych ziarenek, które gwałtownie wybuchają przy zetknięciu z rozżarzonym węglem. Wybuch pochodzi stąd, że zapalony proch daje wielką ilość gazów, które rozchodzą się z ogromną siłą na wszystkie strony. Kto miał do czynienia ze strzelbą, wie, że do lufy sypie się miarkę prochu, przyciska się przybitką, potem sypie się miarkę śrutu, który też przyciska się

przybitką z pakuł. Na panewkę strzelby zakłada się kapiszon, dający ogień po spadnięciu kurka. Ogień wchodzi w panewkę, zapala proch — proch wybucha i gazy jego z gwałtownością i siłą wyrzucają śrut.

To samo mniej więcej jest w strzelbach odcylcowych i rewolwerach z gotowymi ładunkami, tylko że w nich kapiszon, proch i śrut (lub kula) znajdują się razem w rurce ładunku.

Taki proch robi się z trzech materiałów: siarki, saletry i węgla. Saletra jest ciałem podobnem do soli, zawiera w sobie dużo tlenu i natychmiast wybucha, jeśli się zetknie z rozżarzonym węglem. Łatwo to sprawdzić, wzięwszy kawał węgla drzewnego, wydrążywszy go i nasypawszy do wydrążenia suchej saletry. Po dotknięciu rozżarzonym patykiem saletra gwałtownie rozpala się, gotuje, węgiel pali się jaskrawo — gotuje się to wszystko jak w kotle.

Biorą tedy na proch pewną ilość proszku saletranego, mielonej siarki i proszku z węgla drzewnego, mieszają to wszystko razem i mielą na drobnutki pył. Potem rozrabiają tę masę wodą na miękkie ciasto i przecierają ją przez sita. Otrzymane ziarenka suszą na powietrzu, mieszają z sadzami angielskimi dla połysku — i otrzymują proch do strzelania.

Trzy materiały wchodzące w skład prochu mają każdy inne znaczenie: węgiel najłatwiej rozpala się i żarzy od iskry kapiszono, od węgla zapala się i rozkłada saletra, dostarczając tlenu do spalania siarki. Z tego wszystkiego powstają gazy, wychodzące gwałtownie z lufy.

Wspominaliśmy, że jest wiele ciał zawierających siarkę: pochodzi to stąd, że siarka bardzo łatwo tworzy związki z najrozmaitszemi ciałami. Dowiedzieliśmy się, że siarka złączona z tlenem daje duszący gaz, zwany **dwutlenkiem siarki**; w połączeniu z wodorem daje cuchnący **siarkowodór**. A znów siarka połączona z wodorem i tlenem daje jeden z najmocniejszych kwasów, zwany siarkowym lub siarczanym. Znamy go też pod nazwą witrjolu. Czysty **kwas siarkowy** przedstawia się jako płyn gęsty, bezbarwny lub żółtawy. Straszny to kwas. Jeśli kroplę jego puścimy na papier lub drzewo, to w jednej chwili psują się one i czernieją; na suknie kwas siarkowy wy-

gryza odrazu dziury; gdy padnie na ciało człowieka, wyžera groźne rany.

Jak mocno psuje kwas siarkowy ciała, pochodzące z roślin lub zwierząt, pokazuje takie doświadczenie. Do szklanki sypię cukru mialkiego, nalewam ostrożnie kwasu siarkowego i mieszam rurczą szklaną; cukier natychmiast robi się brunatnym, potem czernieje, rozgrzewa się, wzdyma jak piana i zamienia się w czysty, czarny węgiel.

Wszystkie te zmiany pochodzą głównie stąd, że kwas siarkowy nadzwyczaj chciwie łączy się z wodą. Łączy się nawet z parą wodną, unoszącą się w powietrzu. Jeśli postawimy kwas siarkowy w butelce otwartej, po pewnym czasie okaże się go więcej, niż było, gdyż ciągnie on z powietrza parę wodną. Chcąc, żeby nam się okna nie pociły w zimie, wstawiamy między podwójne szyby miseczki z kwasem siarkowym, który parę wodną pochłania i nie daje jej zamarzać na szybach. Gdy wlewamy witrjol do wody, łączą się one zaraz i mocno ogrzewają. Pamiętać należy: **nie lać nigdy wody do witrjolu**, bo woda tak szybko łączy się z witrjolem, że rozgrzewa się mocno, zamienia się w parę i wybucha, rozbryzgując piekący kwas na wszystkie strony. A broń Boże, żeby kropla kwasu siarkowego dostała się do oka — ślepotą pewna! Zdarzają się wypadki wypicia kwasu siarkowego; od tego następuje najstraszniejsza śmierć w okropnych męczarniach, pochodzących z oparzenia całego kanału pokarmowego.

Pomimo niebezpieczeństw, jakie przedstawia kwas siarkowy, jest on cennym materiałem, niezbędnym w wielu gałęziach przemysłu, i dlatego wyrabiają go w ogromnych ilościach. Gospodarz może się z tym kwasem spotkać przy budowie domów, stodół, stajni. Chcąc mianowicie zabezpieczyć drzewo budulcowe od niszczącego grzyba drzewnego, dobrze jest belki, deski, krokwie i t. p. smarować kwasem siarkowym. Powtarzam jednak, że przy smarowaniu trzeba być bardzo ostrożnym, żeby czasem kwas nie przysnął w oko lub na ciało.

Żelazo, miedź i inne metale rozpuszczają się zupełnie w kwasie siarkowym, a właściwie łączą się z nim, dając ciała zwane siarczanami albo siarkanami. Taką solą siarczaną żelaza

jest zielonawy **koperwas żelazny**, czyli **siarczan żelaza**; solą siarczaną miedzi jest niebieski **koperwas miedziany**, czyli **siny kamień**, albo inaczej **siarczan miedzi**. Koperwasu żelaznego używają np. szewcy do czernienia skór; roztwór sinego kamienia używa się do oczyszczania nasion, a także w połączeniu z wapnem, pod nazwą cieczy bordoskiej, do skrapiania drzew owocowych, dla wyniszczenia szkodliwego grzybka na owocach i liściach.

Wiele ciekawych szczegółów o siarce znajdują czytelnicy w książeczce Zofji Rudnickiej p. t. »Siarka«.

XIII. F o s f ó r.

Wątpię, żeby kto z czytelników widział kiedy czysty **fosfor**, ale każdy prawie miał w ręku zwyczajne zapalki siarkowe. Mają one tę własność, że przez pocieranie o chropowatą powierzchnię dają błyszczący ślad i zapalają się: jeśli zaś są wilgotne, to za potarciem w ciemności słabo błyszczą, wydzielając białawy, niemile pachnący dym. To ciało, które zapala się przez pocieranie zapalek i błyszczy w ciemności, jest właśnie fosforem.

Czysty fosfor otrzymuje się sztucznie z tych ciał, które go w sobie zawierają, głównie zaś z kości.

Spalmy kawałek kości. Początkowo otrzymamy czarną, zwęgloną masę; ale potem wszystek węgiel z kości wypala się i pozostaje masa kostna biała, lekka, tak krucha, że rozciera się w palcach. Masa ta składa się głównie z wapna i fosforu. Dla otrzymania fosforu, ogrzewają przepalone kości z węglem i piaskiem w piecu elektrycznym. Zebrany w postaci płynnej fosfor wlewa się w formy, gdzie zastyga w żółte, miękkie laseczki.

Główną własnością fosforu jest jego nadzwyczaj łatwa palność. Nawet bez ogrzania, leżąc w powietrzu, powoli spala się na powierzchni, łącząc się z tlenem powietrza, i wydaje przy tem słaby blask, zwany fosforycznym. Przy słabem ogrza-

niu już się łatwo zapala. Dość lekkiego potarcia lub zadrażnienia fosforu igłą, żeby się zapalił dzięki nieznacznemu ciepłu, jakie wtedy powstaje.

Dla bezpieczeństwa więc fosfor trzymamy zawsze pod wodą, która przeszkadza mu łączyć się z tlenem powietrza.

Zaznaczyliśmy przy siarce, że wraz z fosforem używa się ona do wyrobu zwyczajnych zapalek. Dziś te zapalki zwyczajne, siarkowe, prawie już wyszły z użycia. Zapalka siarkowa, czyli siarniczka, składa się z drewnianka z łebkiem, w którym znajdują się: siarka wewnątrz, potem fosfor, a na wierzchu warstewka gumy, chroniąca fosfor od zetknięcia z powietrzem. Przy pocieraniu zapalki najpierw ściera się guma i ogrzewa fosfor, potem ten fosfor się zapala, od niego pali się siarka i drewnianko. Po zapaleniu siarniczki ukazuje się niebieski płomień siarki, a często nawet widać, jak siarka kapie z łebka.

Z powodu łatwej palności fosforu, siarniczki nie są dość bezpieczne, nieraz bywały przyczyną pożaru, i dlatego dziś zastąpiono je zapalkami innemi, które zapalają się dopiero po potarciu o bok pudełka. Łebek takich zapalek, zwanych szwedzkimi, bo w Szwecji zaczęto je najpierw wyrabiać, składa się z masy palnej, zawierającej sól Bertholleta, ale nie mającej fosforu. Fosfor zaś jest na bocznej, chropowatej ścianie pudełka. Przytem jest to inna odmiana fosforu, zwanego czerwonym, który nie tak łatwo się zapala.

Wyrób zapalek ogromnie się rozwinął w ostatnich czasach. Niegdyś zamiast nich używano do rozniecenia ognia krzemienia, krzesiwka stalowego i hubki. Praca w fabryce zapalek jest niemiła, a co gorsza, niebezpieczna i szkodliwa. Robotnicy muszą wciąż oddychać parą fosforu, a fosfor jest mocną trucizną. Jeśli rozpalony fosfor dostanie się na ciało, wygryza zjadliwą, trudno gojącą się, a często śmiertelną ranę.

Niebezpieczne jest nawet upadnięcie na rękę rozpalonej główki zapalki siarkowej, może bowiem wywołać gangrenę. Również zabójczo działa fosfor użyty wewnątrz; otrucie fosforem sprowadza śmierć w ciężkich męczarniach.

A jednak ten sam fosfor, który w stanie czystym jest dla nas straszną trucizną, stanowi niezbędną część składową na-

szego ciała. **Wszystkie części ciała ludzkiego i zwierzęcego** — mięśnie, mózg i nerwy, kości, zęby, krew, mleko — zawierają w sobie pewną ilość fosforu. Szczególniej dużo jest go w kościach, w zębach i mózgu. Gdy w kościach jest za mało związków fosforu, stają się one miękkie; ta miękkość zowie się chorobą angielską kości. Dzieci z chorobą angielską mają zwykle powykręcane nóżki, a często skrzywienie kręgosłupa, wywołujące garby; takim dzieciom doktor przepisuje lekarstwo, zawierające fosfor z wapnem.

Wszystek ten fosfor, jaki mają w sobie ludzie i zwierzęta, oczywiście dostaje się do ich ciała z pokarmem, pochodzącym z innych zwierząt lub roślin. Że zaś wołom, baranom, kurczętom i t. p. zwierzętom jadalnym dostarczają pożywienia rośliny, przeto ostatecznie wszystek ten fosfor przechodzi do zwierząt z roślin.

Rzeczywiście, rośliny zawierają w sobie większą lub mniejszą ilość fosforu. Szczególniej dużo go jest w nasionach roślin — więc w ziarnach zbóż, w grochu, fasoli i t. d.

To samo tłumaczy, dlaczego rośliny rozwijają się słabo w ziemi nie mającej w sobie dość fosforu. Takiej ziemi dostarczamy fosforu w nawozach naturalnych, a szczególnie w różnych nawozach sztucznych, jak superfosfat, tomasówka, fosforyty mielone, mąka kostna. Każdy z tych nawozów zawiera znaczną ilość fosforu.

W ciałach tych, zarówno jak w gruncie i wodzie gruntowej, fosfor znajduje się w postaci różnych związków. Najważniejszym z nich jest **kwas fosforowy**, w którego skład wchodzi fosfor, wodór i tlen. Kwas fosforowy może znów łączyć się z różnemi ciałami, również niezbędnymi dla roślin, jak potas, sól, wapno, magnezja, które z nim razem dostają się do roślin i służą do budowy ich ciała.

O jednym jeszcze związku fosforu musimy wspomnieć, chociaż nie tyle jest on ważny, co osobliwy. Nazywa się **fosforowodorem** i, jak pokazuje nazwa, jest połączeniem fosforu z wodorem. Jest to płyn, który łatwo ulatnia się i ulatując zapala się w powietrzu bladym płomykiem.

W banieczce ogrzewam ostrożnie kawałek fosforu z roz-

tworem ługu potasowego. Przez rurkę wydziela się gaz kółczkami, które zapalają się w powietrzu. Otóż gaz ten powstaje i sam w przyrodzie, tam, gdzie pod ziemią gnie ciało zwierzęce, kości i t. p. Nieraz słyszymy o **błędnych ognikach**, skaczących po mogiłach umarłych. Ludzie zabobonni lub nieświadomi rzeczy uważają te ogniki za dusze pokutujące lub za świece, zapalające się przy umarłych. Takie same ogniki ukazują się często po moczarach, bagnach i trzęsawiskach; przeskakują one z miejsca na miejsce, to zapalają się, to gasną, napędzając nocą wielkiego strachu ludziom lękliwym. Powiadają, że te ogniki palą się na błotach tam, gdzie są ukryte skarby, ale że djabeł pilnuje tych skarbów i odwodzi na trzęsawę śmiałka, który się do nich zbliży, a potem goni po bagnach uciekającego. I prawda. Jeżeli szybko podchodzić do ognika — odsuwa się on pędem powietrza; jeżeli zaś uciekać — posuwa się za pędem. Wszystkie te sztuki i strachy wyprawia niewinny gaz, który nazwaliśmy fosforowodorem. Gaz ten tworzy się i ulatuje z trupów spoczywających w mogiłach lub gnijących na błocie zwierząt.

Jeśli wam się zdarzy kiedy zobaczyć taki błędny ognek, nie lękajcie się go naopróżno, nie uciekajcie przed nim, lecz przyglądajcie mu się ciekawie, jest to bowiem prawdziwie ładne zjawisko.

XIV. Sól kuchenna.

Z tylu różnorodnych minerałów jedna tylko **sól kuchenna**, zwana pospolicie wprost solą, stanowi niezbędną część pożywienia ludzkiego. Niemasz takiego narodu na świecie, któryby nie używał soli; tam, gdzie jej brak na miejscu, sprowadzają ją z dalszych okolic. W niektórych krajach Afryki środkowej sól z powodu braku ceniona jest tak wysoko, że używają jej zamiast pieniędzy: człowiek idzie na targ obwieszony woreczkami soli, za które kupuje inne towary.

Nie jest sól oczywiście potrawą, pokarmem, ale jest przy-

prawą pokarmów, która nadaje im ostry, przyjemny smak, a zarazem dostaje się do krwi i rozplywa się z nią po całym ciele, w którego skład wchodzi. Wiadomo, że krew jest słona, łyzy, mocz zawierają nawet dużo soli, a i we wszystkich innych częściach ciała znajduje się sól.

Nawet zwierzęta lubią sól. Sarny, jelenie, antylopy z dalekich stron ściągają do okolic, gdzie jest słona woda lub ziemia; krowy i owce chętnie jedzą paszę posoloną lub liżą sól, położoną dla nich w oborze; koniom aż się uszy trzęsą, gdy się dorwą do osolonej koniczyny.

Zwierzęta trawożerne znajdują zapas soli w różnych roślinach, mięsożerne — we krwi i mięsie zdobyczy.

Nietylko jednak za przyprawę sól nam służy. Używamy jej także do przechowywania w stanie świeżym mięsa, słoniny, ryb, masła, ogórków, grzybów i t. p. Działanie soli polega tutaj na tem, że zabija ona drobne grzybki (bakterje), wywołujące zgniliznę, i w ten sposób chroni pokarmy od zepsucia.

Niezmiernie ważnym pożytkiem soli jest używanie jej do kąpieli słonych, wycierań i t. p. Liczne zakłady kąpielowe na lądzie i nad morzem opierają się na leczniczych własnościach wody słonej. Sól leczy reumatyzm, osłabienia, żoły (skrofuły) i wiele innych chorób. Takie kąpiele słone są np. w Ciechoćniku, Rabce, Rymanowie, Birsztanach, Solcu, — a morskie w Gdyni, w Helu i wielu innych miejscach.

Bardzo wielkich ilości soli używa się do celów przemysłowych. Robią z niej sodę, kwas solny, używają w mydlarstwie, w hutach szklanych, w garncarstwie i w innych przemysłach.

Najczęściej kupujemy sól w postaci białego proszku, złożonego z ostrych bryłek. Ale sprzedają też sól w dużych bryłach, barwy białej, szarej, czerwonej, a nawet zielonawej i niebieskawej. Bryły te zazwyczaj są nieprawidłowe lub kanciaste, jakby z pozlepianych ze sobą kawałków złożone. Niekiedy można widzieć sól zupełnie przezroczystą, jak szkło, składającą się z wyraźnych kostek, czyli sześciątów, jak ten, który widzimy na rysunku 35-ym. Wogóle, jeśli czystą sól uderzyć mocno młotkiem, to rozbija się na piękne kryształy sześciennie.

Nawet ten proszek solny, którego używamy do potraw, składa się z drobnych kryształków, bądź pojedynczych, bądź zrosniętych w ramki i daszki czworokątne — jak to widać dobrze przez szkło powiększające. (Rys. 51).

Szczególną własnością soli jest jej smak słony.

Ważną własnością jest rozpuszczanie się soli w wodzie.

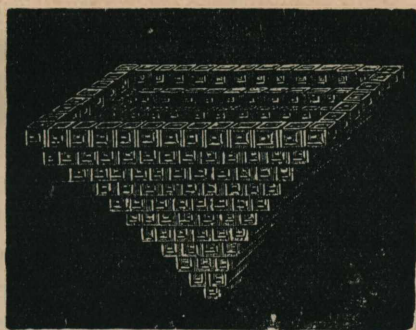
Do szklanki wody wrzucmy łyżeczkę soli i mieszajmy dobrze. Sól rozpuści się w wodzie w zupełności, to jest cząsteczki soli rozejdą się równomiernie pośród wody, przez co woda nabiera słonego smaku. Wodę taką nazywamy wodnym **roztworem** soli. Roztwór ten jest już dość mocny. Dodajmy soli drugą łyżkę, znowu mieszajmy: sól rozpuści się, a roztwór stanie się jeszcze mocniejszy.

Gdy jednak będziemy jeszcze więcej soli dodawali, wkońcu przestanie się ona rozpuszczać, choćbyśmy nie wiem jak mieszały, a nawet gotowali. Taki roztwór, w którym więcej soli rozpuścić się nie daje, nazywamy roztworem **nasyconym**. Różne inne ciała, rozpuszczone w wodzie, dają też roztwory nasycone.

Gdyby sól nie rozpuszczała się w wodzie, to nie miałyby żadnego smaku, bo czujemy smak tylko ciał rozpuszczalnych w wodzie i ślinie.

Weźmy teraz nasz roztwór solny nasycony: część jego wylejemy na łyżkę blaszaną lub miseczkę i będziemy ogrzewać.

Bardzo prędko roztwór zacznie się gotować, z nad łyżki ulatywać będą kłęby pary, na brzegu roztworu zaczną osiadać jakieś białe ziarenka. Potrzymajmy zdala nad łyżką zimny talerz, to osiadą na nim kropelki. Spróbujmy ich językiem — będą to zwyczajne kropelki wody, ale, o dziwo! wody niesłonej. A sól tymczasem pozostaje na łyżce, którą pokrywa białą



Rys. 51.

skorupa. W taki sposób przez wygotowanie z roztworu solnego można oddzielić wszystką sól, która w nim była rozpuszczona. Nazywa się to odparowaniem roztworu.

Ale to samo stanie się i z roztworem pozostawionym przez nas w szklance, tylko stanie się powoli. Zostawmy szklankę w spokoju, włóżmy do niej kawałek sznurka i zajrzyjmy ostrożnie za kilka dni. Przekonamy się, że wody ubyło, ulotniło się nieco, a zato na dnie szklanki, na jej ściankach i na sznurku osiadły drobne sześciennie kryształki soli. Jeśli nie wierzycie, że to sól, wyjmijcie taki kryształek i spróbujcie go smakiem. Doświadczenie to podawaliśmy już wyżej, mówiąc o wodzie; ale nie szkodzi jeszcze raz je przerobić.

Zanim opowiemy dalej o soli, wskazać wam musimy jeszcze parę doświadczeń z solą.

Do suchej zupełnie próbówki wrzućmy nieco również suchej soli i trzymajmy nad płomieniem lampki spirytusowej. Sól zacznie trzeszczeć, pękać, podskakiwać, a na wewnętrznej ściance próbówki osiadzie woda. Dowodzi to, że sól, choćby najsuchsza, zawsze posiada w sobie nieco wody, ale woda ta jest tylko domieszana do soli, lecz nie połączona z nią chemicznie.

Dotknijmy bryły soli ręką — będzie ona zimna, jakby oślizgła, wilgotna; rzeczywiście sól ta będzie na powierzchni mokra, gdyż zawsze nasiąka wilgocią z powietrza. Wiadomo każdej gospodyni, że na wilgoć, na deszcz sól sama staje się mokra. Kto chce, żeby mu się w zimie szyby nie pokrywały zamrozem, niech między okna podwójne wstawi tutki z solą: sól będzie wciągała w siebie wilgoć, a tak przy dobrem opatrzeniu okien zamróz nie będzie miał z czego tworzyć się na szybach.

Weźmy nieco soli na dno próbówki i trzymajmy długo w ogniu lampki. Jeżeli będziemy mieli lampkę bardzo mocno grzejącą i próbówkę ze szkła trudno topnego, to czasami może się nam uda stopić sól na ciało płynne; przy jeszcze większym gorącu możnaby otrzymać parę z soli — tak samo, jak otrzymujemy parę z wody. Wewnątrz otworów gór ziejących ogniem, czyli wulkanów, często sól taka wydobywa się z głębi ziemi i osiada w kanale (kraterze) wulkanu.

Wrzucimy garstkę soli na błądy płomień lampki spirytusowej — w tej chwili płomień zabarwi się na żółto. Jeśli zrobimy to w ciemności, to twarz i ręce nasze będą miały nieprzyjemną barwę szarą.

Najciekawsze doświadczenie z solą możemy tylko opisać, bo do niego trzeba mieć odpowiednie przyrządy.

Mówiliśmy wyżej, jak to zapomocą siły elektrycznej udało się uczonym rozłożyć wodę na dwa gazy: tlen i wodór. Otóż tak samo rozkładano sól kuchenną — i otrzymano z niej gaz zielonkawy, duszący i ciało stałe, miękkie, srebrzyste. Gaz ten nazywa się **chlorem**, a to drugie ciało — **sodem**. Okazało się tedy, że **sól kuchenna** jest ciałem złożonem, **jest związkiem** dwóch ciał innych, zupełnie do soli niepodobnych, mianowicie: **chloru z sodem**. Jest to więc chlorek sodu.

Chlor znajduje się też w wielu innych ciałach, jak na przykład w tym chlorku, którego używają do prania bielizny i do wysypywania podczas panowania chorób zaraźliwych. Łatwo poznać ten gaz po zapachu duszącym, wywołującym mocny kaszel, a nawet i krwotok.

Kiedy się uczeni zapomocą rozkładu soli przekonali, że sól kuchenna składa się z chloru i sodu, postanowili spróbować, co będzie, jeśli się te dwa ciała połączą. Do bańki tedy mieszczącej chlor wrzucili kawałek sodu. I cóż myślicie? Sód w tej chwili tak się łączywie połączył z chlorem, że aż się zapalił — i w bańce utworzyły się białe gruzelki soli.

Tak to uczeni różnemi sposobami starają się badać ciała przyrody, żeby dociec prawdy.

Taki sam sód, jaki jest w soli kuchennej, wchodzi również w skład sody; dlatego to z soli można wyrabiać sodę.

Gdzie się sól znajduje na ziemi i w jaki sposób ludzie ją stamtąd otrzymują?

Cztery są główne źródła, dostarczające nam soli: morza i oceany, jeziora słone, solanki w gruntach przesiąknięch solą, oraz pokłady soli w głębi ziemi.

Najwięcej soli znajduje się w **wodzie morskiej**. Po

wygotowaniu 100 kilogramów wody morkiej pozostaje 3 i pół do 4 kilogramów tak zwanej soli morskiej, w której jest 2 i pół do 3 kilogramów soli kuchennej. Oto dlaczego woda morska ma smak przeważnie słony. Resztę soli morskiej stanowi mieszanina gipsu, soli angielskiej, soli glauberskiej i innych. Obliczono, że sól zawarta we wszystkich oceanach mogłaby pokryć całą kulę ziemską, która ma 10 milionów mil kwadratowych powierzchni, warstwą grubą prawie na sto metrów.

Ta olbrzymia ilość soli w morzach znajduje się w nich od samego początku ich istnienia, ale prócz tego wody rzek donoszą ją z lądów.

Odbywa się to w taki sposób.

Woda zwyczajna, źródłana, studzienna lub rzeczna, którą nazywamy słodką, zawsze zawiera w sobie niewielką ilość soli kuchennej, którą wraz z innemi ciałami rozpuszcza i wypłukuje ze skał ziemnych. Rzekami wszystka ta sól dostaje się prędzej czy później do mórz; że zaś z morza sól nie paruje, a tylko sama woda, więc soli w wodzie morskiej coraz i coraz więcej przybywa. Morza od początku swego istnienia stanowiły tedy pułapkę, w którą sól z wodą rzeczna wpadała, ale wydostać się stamtąd nie mogła i wodę tę coraz i coraz bardziej słoną robiła. — Tak to w przyrodzie na każdym kroku widzimy, jak drobne przyczyny, działające długo a nieustannie, sprowadzają zawsze olbrzymie skutki: z ziarenek piasku, unoszonych przez rzeki, powstają wielkie pokłady piasku i piaszkowca; z nieznaczących, trudnych do określenia ilości soli w wodach lądowych zgromadziły się w morzach i oceanach te miliony miliardów centnarów soli, jakie w nich są rozpuszczone.

Nie we wszystkich morzach zawartość soli jest jest jednakowa. Morza cieplejsze, gdzie parowanie wody jest znaczne, mają wodę bardziej słoną; najbardziej słoną jest ona w morzach mocno parujących, z małym dopływem rzek i zewsząd odciętych od oceanu.

Od niepamiętnych czasów na wybrzeżach mórz ludzie umieją korzystać z soli, zawartej w morzu. Niektóre ludy dzikie używają do solenia wprost wody morskiej; inne wygotowują ją i zbierają sól.

W krajach cieplejszych, np. u nas w Europie: we Francji, Włoszech, Krymie, na płaskiem wybrzeżu morza kopią szeregi płytkich a szerokich sadzawek, z dnem twardem, ubitem mocno z gliny. Sadzawki te idą szeregami, pierwszy szereg w pobliżu morza, drugi i trzeci dalej. Pierwszy szereg sadzawek napęlnia się wodą morską bądź przy każdym przypływie morza, bądź zapomocą rowów ze śluzami lub pomp. Szeregi łączą się ze sobą zapomocą stawideł, jak nasze sadzawki rybne.

Robota prowadzi się w sposób następujący.

Pierwszy szereg sadzawek napęlniają wodą z morza. Woda ta pod działaniem słońca i wiatru szybko paruje, a przez to zgęszcza się, dając roztwór solny już nieco mocniejszy. Po upływie kilku dni wodę tę przepuszczają do drugiego szeregu sadzawek, a pierwszy napęlniają nową wodą z morza. W drugim szeregu woda morska paruje jeszcze bardziej, lecz sól cała oczywiście pozostaje i woda staje się gęściejszą.

Gdy tak przejdzie kolejno do ostatniego szeregu sadzawek, jest już tak gęsta, że sól osiada z niej sama, jak osiada w naszej szklance. Rozumie się, że wraz z solą kuchenną osiadają i wszystkie inne sole, zawarte w wodzie morskiej, ale osiadają one zawsze kolejno, w miarę ich ilości i mniejszej lub większej rozpuszczalności. Tak gips opada na sam spód, a na nim osiada sól kuchenna. Sól tę zgarniają z wierzchu długimi łopatkami, suszą na wielkich kupach i, zapakowawszy w worki, wiozą w świat.

Tak to rozumny człowiek umie korzystać z siły słońca i wiatru, wyręczając się niemi w odparowaniu soli z wody morskiej.

W krajach zimnych sól z morza otrzymują przez **wymrażanie**. Opiera się ono na tem, że gdy roztwór solny zamarza, to lód tworzy się z samej wody, a cała sól zostaje na dnie w postaci bardzo gęstego roztworu. Robią więc duże doły, napęlniają je wodą morską, którą następnie wymrażają. Później z pod lodu przereźblami wyciągają bardzo gęsty roztwór solny i do reszty go wygotowują.

Drugim bardzo ważnem źródłem soli kuchennej są **jeziora słone**, rozsiane w ogromnej ilości w wieiu okolicach

ziemi. Wielkość tych jezior jest rozmaita. Są drobne, po kilka kilometrów kwadratowych powierzchni mające, są inne, zajmujące setki i tysiące kilometrów kwadratowych. Słynne jezioro Eltońskie za rzeką Wołgą ma 200 kilometrów kwadratowych powierzchni. W Europie mnóstwo jezior słonych jest w stepach nad morzem Czarnem i Kaspijskiem; w Afryce leżą one na północ od pustyni Sahary; w Australji zajmują środek lądu i t. d.

Prawie wszystkie te jeziora odznaczają się tem, że są zamknięte, to jest nie mają albo prawie nie mają odpływu. A więc wszystko, co im woda przyniesie, znowu wpada tutaj jak w pułapkę i wydostać się z nich nie może, bo tylko sama woda z nich paruje. W ten sposób zbiera się w jeziorach zamkniętych sól; a im starsze jest jezioro, tem więcej soli w sobie mieści. W ten sam sposób wiele drobnych jezior słonych powstało i powstaje.

Ale nie wszystkie.

Tak np. jeziora: Kaspijskie, Aralskie, Elton, jezioro Martwe w Azji niewątpliwie są resztkami wielkich mórz, które niegdyś pokrywały te lądy i spłynęły przy podniesieniu się w tych okolicach skorupy ziemskiej. Wtedy jako najgłębsze miejsca tych mórz pozostały i istnieją dotąd jako słone jeziora. I w nich jednak soli coraz przybywa z wodą rzek do nich wpadających. Że zaś do wielu z tych jezior mniej wody rzeki donoszą, niż jej paruje pod działaniem ciepła słonecznego, przeto jeziora te wysychają i roztwór soli w nich coraz bardziej się zgęszcza. Tak na dnie jeziora Eltońskiego osiadł już bardzo gruby pokład soli.

Jeszcze w inny sposób tworzą się jeziora słone. Na płaskich wybrzeżach morze wyrzuca wały piasku i kamieni, które często powoli odcinają od morza całe zatoki. Takie odcięte zatoki stają się prawdziwemi jeziorami słonemi. Takie jest np. pochodzenie jezior krymskich.

W jakikolwiek sposób powstają jeziora słone, ostatecznie zawsze wskutek parowania wody sól w nich osiada na dnie i na brzegach, skąd można ją wprost zagarniać łopatami. Dzieje się to szczególnie latem, gdy słońce grzeje, a silne wiatry

pomagają parowaniu wody. Wtedy jeziora słone wyglądają, jakby brzegi ich otoczył olbrzymi wianek białego śniegu. W ten sposób w południowo-wschodniej Rosji np. zbierają corocznie po kilkadziesiąt milionów kilogramów soli tak zwanej samoosadowej.

Z solanek, czyli **źródeł słonych**, sól wydobywa się znowu inaczej. Źródła słone i zbiorniki podziemne wody słonej powstają tam, gdzie w głębszych warstwach ziemi znajduje się sól, którą wody gruntowe rozpuszczają. Zazwyczaj zawartość soli w źródłach jest tak nieznaczna, że nie opłacałoby się wygotowywać ją w ogniu. Obmyślono jednak dowcipny sposób, który oszczędza paliwa i pozwala tanio oddzielać sól z solanki.

Wiadomo, że woda tem łatwiej paruje, im większą jest powierzchnia parowania. Weź dwie szklanki z wodą. Jedną zostaw w spokoju, z drugiej wylej wodę na płaski talerz. Po kilku dniach woda z talerza ulotni się prawie wszystka, gdy ze szklanki mało co jej ubędzie.

Trzeba więc wodę ze źródła słonego rozlać na szerokiej powierzchni.

W tym celu budują tak zwane **tężnie**. Są to rusztowania drewniane z belek, wysokie na kilka pięter, a długie na kilkaset i więcej kroków. Na wierzchu rusztowania umieszczone są koryta, do których maszyna pompuje wodę ze źródła słonego.

Pod korytami cała tężnia wypełniona jest chróstem.

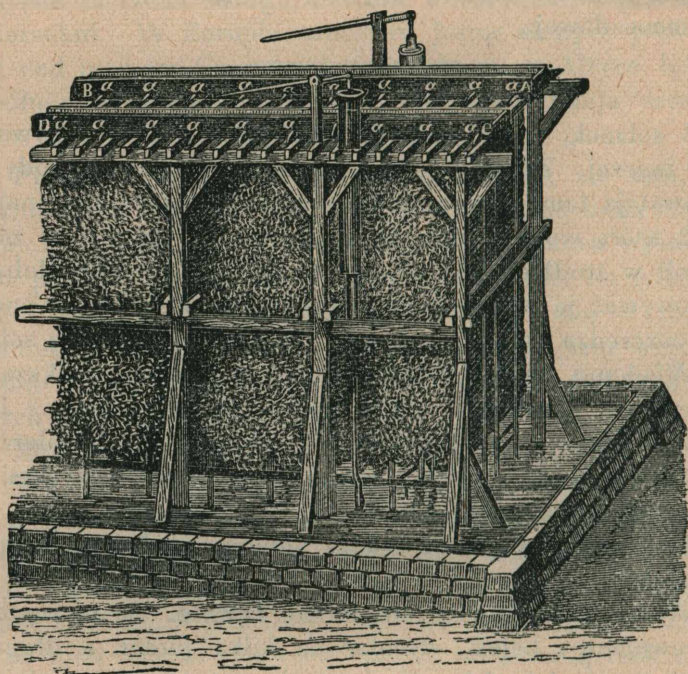
Woda słona, przepełniwszy koryta, spada na chróst, spływa po jego gałęziach i tak rozchodzi się na ogromnej powierzchni, z której pod wpływem słońca i wiatru szybko paruje. Na dół do umieszczonego tam zbiornika spływa już roztwór solny bardzo gęsty, który trzeba jeszcze do reszty wygotować. (Rys. 52).

Odbywa się to w **warzelni**.

Długie rury prowadzą roztwór solny z tężni do warzelni, gdzie wygotowuje się on w wielkich kotłach, zupełnie tak samo, jak się nam wygotowywała woda słona na łyżce.

Pozostałą sól zbierają i sprzedają pod nazwą **warzonki**.

U nas tężnie i warzelnie soli znajdują się w Ciechocinku, nadto w Bochni, Wieliczce i w Stebniku. W Ciechocinku



Rys. 52.

urządzone są kąpiele słone dla chorych. Corocznie kilkanaście tysięcy chorych, szczególnie dzieci, wyjeżdża do Ciechocinka, gdzie leczą się kąpielami słonymi i piją solankę.

Prócz soli rozpuszczonej w wodzie znajdują się też bardzo liczne **pokłady i gniazda soli** stałej w głębi ziemi. Sól taką zowiemy kamienną. Bogate pokłady soli kamiennej, bardzo pięknej i czystej, znajdują się w Bochni i Wieliczce pod Krakowem.

Grubość pokładów solnych bywa rozmaita, od kilku do

paruset metrów. W jednej miejscowości w Niemczech natrafiono na pokład soli, mający kilometr grubości.

Najczęściej gruby pokład soli kamiennej spoczywa na pokładzie gipsu i innych soli morskich; na nim leżą gliny lub ily stwardniałe; potem znów cieńsze pokłady soli na zmianę z ılem, gliną i piaskiem. W pewnem miejscu, kopiąc szyb, przebito na głębokości trzystu metrów aż 14 warstw soli kamiennej, razem grubości najwyżej sześćdziesięciu metrów. W innem, poszukując soli, dopiero w głębokości stu metrów natrafiono na cienką, około metra mającą warstwę soli. Pod nią, pokopawszy jeszcze dwadzieścia metrów, znaleziono już pokład soli gruby na 40 metrów. Kopiąc dalej jeszcze 200 metrów, przebito 6 nowych pokładów soli i zatrzymano się dopiero na siódmym, który okazał się bardzo bogatym.

Jak sobie wytłumaczyć taki układ warstw solnych w głębi ziemi?

Bardzo prosto.

Dzisiejsze pokłady soli kamiennej osiadły niegdyś na dnie jezior solnych, jakieśmy to omawiali wyżej.

Osiadanie to odbywało się głównie w latach suchych i bardzo gorących. Jeśli po nich następowały lata dżdżyste, to sól osiadała słabiej lub wcale nie, a oprócz tego rzeeki nanaosiły namul, który pokrywał utworzony pokład soli. Potem znówu sól mogła osiadać, znów następowała przerwa; i tak powtarzało się to wielokrotnie.

W innych przypadkach, po zupełnem wyschnięciu dawnego jeziora słonego, pokład soli mogły zasypać pył gliniasty i piaski, nawiane przez wiatry. A wreszcie pokład soli może leżeć tu na powierzchni ziemi, albo nawet może się wznosić w postaci góry solnej, jeśli dawne dno jeziora zostało wyniesione w górę siłą podziemną. Rzeczywiście znamy na ziemi kilka takich prawdziwych gór solnych.

W Indjach Wschodnich w Azji, w kraju Pendżabie, jest cały szereg wzgórz solnych i skał, spoczywających na pokładzie gipsowym.

Oczywiście, gdzie sól występuje na powierzchnię ziemi, tam wydobywają ją wprost zapomocą oskardów, tak jak my

wyłamujemy kamienie. Gdzie zaś bogaty pokład soli leży w głębi ziemi, zakłada się **kopalnię**.

W tym celu wybija się w głąb kanał, czyli szyb, do studni podobny, dochodzący do pokładu — i od tego szybu wybiera się sól na wszystkie strony. Po wybraniu pozostają długie chodniki i obszerne komory, rozchodzące się nieraz na kilka kilometrów pod ziemią.

Zresztą, żeby dać pojęcie o kopalni soli, opiszemy jedną z najpiękniejszych i najstarszych na świecie, mianowicie kopalnię soli w Wieliczce.

Kopalnia soli w Wieliczce.

Jedną z najślawniejszych kopalni soli nietylko w Europie, ale i na świecie, jest niewątpliwie kopalnia w Wieliczce, leżącej o 14 kilometrów od Krakowa. Wieliczka jest to miasteczko, mające kilka tysięcy mieszkańców; całą sławę swoją, utrzymanie i dobrobyt mieszkańców zawdzięcza ona kopalni, która ciągnie się pod miastem nieskończoną siecią chodników. Obliczono, że gdyby wszystkie korytarze podziemne kopalni wielickiej wyciągnąć w jedną linię, miałyby ona ogromną długość. I dziwić się temu nie można: od ośmiuset lat blisko ludzie kopią i kopią, ryjąc się jak krety w podziemiu, i dobywają na powierzchnię ten skarb nieoceniony — sól, bez której ani przysmak bogacza, ani czarny chleb biedaka obejść się nie może. Wiele pokoleń ludzkich, karmionych solą wielicką, przemknęło się i znikło z powierzchni ziemi, a Wieliczka — zawsze wielka, potężna — stoi, jak stała, chowając swoje skarby jeszcze na długie wieki dla przyszłych pokoleń.

Pokład soli w Wieliczce rozpoczyna się w głębokości 20 do 30 metrów pod warstwą ziemi rodzajnej i niebieskawej gliny. Już w głębokości 15 metrów glina ta przesiąknięta jest solą, a im głębiej, tem zawartość soli zwiększa się, przechodząc tu i ówdzie w porozrzucane olbrzymie bryły soli nieczyste, zielonawej. Dopiero niżej zaczyna się właściwy pokład

solny, który dzieli się na dwa piętra: górne stanowi tak zwana **makowica**, sól szara, mocno połyskująca, zanieczyszczona tu i ówdzie żyłami gliny lub piasku; dolne składa się z soli czystej, białej, zwanej **szybikową**. Najpiękniejsza sól, która służy do wyrabiania krzyżyków i innych ozdób, sprzedawanych przez górników osobom zwiedzającym kopalnię, nosi nazwę **jarki**. Pod pokładami soli leży gips, oraz słone piaski i gliny, których jednak nie przekopują, gdyż przy paru próbach wytryskały z pod nich żyły wody, grożącej zalewem kopalni. Ogólna grubość wszystkich pokładów soli w Wieliczce wynosi około 300 metrów.

Jedenaście otworów, a właściwie studzien (szybów), prowadzi do wnętrza kopalni; z nich siedem przeznaczonych jest do wydobywania na wierzch soli. Cała kopalnia podzielona jest na siedem jedno pod drugim leżących pięter, czyli poziomów, połączonych z sobą schodami i windami. Trzy piętra górne wolno zwiedzać publiczności, na dolnych prowadzą się roboty i dostęp do nich jest zabroniony osobom obcym.

Wyłamywanie soli odbywa się kilofami i stalowymi klinami, które wbija się coraz głębiej w rowki, wyrabane kilofami. Wyłamaną sól rozbija się na mniejsze bryły, pakuje w beczki i wózkami kolei konnej, przebiegającej korytarze, dowozi do szybu, gdzie winduje się ją do góry. Tysiąc ludzi i sto koni czynnych jest nieustannie w tem kryształowem, pełnem niewysłowionych dziwów podziemiu, dobywając rocznie miliony centnarów soli.

Kopalnię wielicką zwiedzać można zawsze za opłatą: są jednak trzy dni w roku, kiedy zwiedzanie połączone jest z zabawami, oświetleniem kopalni sztucznymi ogniami, muzyką i innemi przyjemnościami, przygotowanemi przez górników, — mianowicie: na Zielone Świątki, 3-go lipca i 18-go sierpnia. W te dni zjeżdżają do Wieliczki setki i tysiące gości i partjami po paręset osób spuszcza się w podziemie. Zejście odbywa się przez szyb »Daniłowicz« lub szyb »Paderewskiego«. Goście dostają płóciennie kitle, chroniące od wilgoci i pyłu solnego, kaganki w ręce i pod przewodnictwem górników spuszcza się windą w dół przez szyb »Daniłowicz« lub po

260 stopniach schodzą wolno przez szyb »Paderewskiego«. Oczywiście daleko przyjemniejszą, szybszą i mniej męczącą jest jazda windą, niż mozolne schodzenie po tyłu schodach.

Na czele gromadki podróżników — czytamy w jednym z pięknych opisów Wieliczki — staje ciemna postać górnika z dymiącym kagankiem i wzywa do pochodu. W ponurej ciszy, wśród której słychać tylko stapanie towarzyszków i dolatujący z dalekiej otchłani stuk młota lub kilofa górników, rozpoczynają się wędrówka po podziemnem królestwie.

Pierwszą rzeczą godną widzenia jest kaplica św. Antoniego, wykuta w soli przez pewnego górnika w r. 1698. Kaplica posiada wielki ołtarz z Męką Pańską i postaciami: św. Klemensa, św. Stanisława, św. Kazimierza, św. Franciszka. Tu odprawia się kilka razy na rok uroczyste nabożeństwo dla górników. Stąd przez komorę Urszuli schodzi się po 129 stopniach na drugie, niższe piętro, gdzie znajduje się słynna komora Michałowice. Jest to wielka pieczara podziemna, wykuta w soli, mająca do 60 łokci wysokości. Solne jej ściany podpierają tysiące drewnianych belek i wiązań. U stropu wisi ogromny, z soli zrobiony świecznik o 300 świecach, rzucających uroczyste blaski na pełne tajemniczości sklepienia sali.

Następują potem kolejno komory: Drozdowice i jenerała Hallera, z wiszącym w powietrzu mostem, z którego przy świetle widać dokoła mnóstwo czarnych chodników i otchłani.

Przez komorę jenerała Hallera gromadka opuszcza się znowu po stopniach na poziom trzeci i wygodnym korytarzem dochodzi do zbudowanego tutaj pod ziemią dworca kolei, dokąd zbiegają się szyny z całej kopalni. Po wypoczynku wędrownicy udawali się dawniej do ostatniej, najobszerniejszej komory Steinhauzera, obecnie już zasypanej. Tam czekała ich największa niespodzianka, zwana »piekielną jazdą« górników. Gdy gromadka zwiedzających stanęła pośrodku komory, czterech górników zasiadało na ułożonych nakrzyż dwóch belkach, zwieszających się na grubej linie, i za danym znakiem żywy ten wieniec ludzi z pochodniami płonącymi w rękę i hymnem narodowym na ustach zaczynał wznosić się do góry. Z najwyższem zaciekawieniem i niepokojem ścigał wzrok wędrowca

tę ognistą gromadkę, malejącą coraz w oddali wśród czarnej otchłani i zasylającą pożegnanie cichnym głosem pieśni: »Przed Twe ołtarze zanosim błaganie«...

Od tej komory zaczyna się znów odwrót na piętro drugie. Droga prowadzi przez »słone jezioro«, powstałe przez sprowadzenie w jedno miejsce wszystkich wód podziemnych kopalni. Przy oświetleniu sztucznych ogni, od których czerwonymi blaski połyskuje powierzchnia wody i solne ściany tego cudnego miejsca, wędrowcy przeprawiają się na drugą stronę jeziora.

Tu jeszcze nie koniec czarownej wędrówki. Zwiedziwszy kaplicę św. Krzyża i komorę »Pieskową skałę«, goście dostają się do pięknej sali balowej, zwanej »Łętów«, gdzie przy blasku setek świec i dźwiękach dziarskiej muzyki górniczej wesołemi płasy żegnają podziemne cuda Wieliczki. Opuszczając salę balową, podróżni znajdują się tuż przy szybie »Daniłowicz«, skąd windą albo schodami wracają na światło dzienne.

XV. W ę g i e l.

Kilka razy w książce niniejszej wspominaliśmy już o **węglu**: przystąpimy teraz do bliższego poznania tego niezmiernie ważnego ciała.

Jest wiele odmian węgla, mniej lub więcej znanych, np. **węgiel drzewny, kostny, kamienny**; są inne, mniej znane, które zwiemy odmiennymi mianami, jak: **sadze, koks, grafit i djament**. Oprócz tego mamy w przyrodzie wiele ciał, zawierających bardzo wiele węgla. Do takich należą: **nafta, torf, asfalt, wosk ziemny, bursztyn**.

Ale prócz tego węgiel wchodzi w skład niezliczonej ilości ciał, zarówno martwych, jak i żywych, jest częścią składową roślin i zwierząt.

Przepalmy napół kawałek drzewa, liścia, korka — a otrzymamy z tych materiałów węgiel. Wrzućmy do ognia kawałek chleba, bułki, mąki — wyjmiemy je zwęglone, zamienione

w węgiel. Tak samo otrzymamy węgiel z papieru, ze starej koszuli, z gruszki, kartofla i innych materiałów roślinnych.

Oto biały, smaczny cukier. Kładę go na łyżkę blaszaną i ogrzewam nad ogniem. Cukier najpierw topi się, potem zaczyna się gotować, robi się żółtawo-brunatnym, wydobywają się z niego pęcherze gazu i pary wodnej, wkońcu cała masa zapala się jasnym płomieniem; gdy płomień zgasimy, na łyżce pozostanie błyszczący, gąbczasty węgiel.

Niema w tem nic dziwnego, gdyż cukier robi się z soku buraków, jest więc pochodzenia roślinnego, a w roślinach zawarty jest węgiel.

Nieuważnym gospodyniom zdarza się niekiedy przypalić pieczeń: miejsce przypalone jest zwęglone — jest to węgiel. Wrzucie do ognia kawał mięsa z kością — zobaczycie, jak się dobrze palą; a potem wyjmiecie, kiedy się mięso spali zupełnie — będziecie mieli węgiel z mięsa i kości. Często słyszymy, że z pod zgłiszcz pożaru wydobyto zwęglone zwłoki nieszczęśliwych ludzi, którzy w ogniu zginęli.

Obliczono, że w ciele ludzkim na każde sto kilogramów wypada około 22 kilogramów węgla.

Znajduje się on w każdej części ciała naszego, narówni z azotem, tlenem i wodorem.

Nie powinno nas to dziwić. Mówiliśmy o znaczeniu białka roślinnego i zwierzęcego. A wszak w białku jest azot, tlen, wodór i **węgiel**; węgiel jest więc wszędzie tam, gdzie się spotyka białko.

Niezależnie od tego węgiel wchodzi w skład innych ciał, nie białkowatych, nie zawierających azotu. Do takich należą: **mączka** roślinna (krochmal, czyli skrobia), wszelkie gatunki **cukru** i różnorodne **tłuszcze**. Ciała te składają się tylko z węgla, wodoru i tlenu, i dlatego zwiemy je bezazotowymi lub bezbiałkowymi.

Szczególniej wiele tych ciał bezbiałkowych zawierają wszelkie rośliny.

Ziarna wszystkich zbóż, tatarki, grochu, fasoli, bobu mają bardzo wiele mąki (krochmalu), którą doskonale widać w cienkich skrawkach tych ziarn pod mikroskopem.

Również ze skrobi składają się bulwy ziemniaków i słonecznika. Ziarnka skrobi znajdujemy we wszystkich liściach i łodygach roślin.

Burak cukrowy i ćwikłowy, marchew, brukiew, oraz wszelkie słodkie owoce zawierają w swym soku cukier.

Nasiona maku, rzepaku, słonecznika, lnu, konopi mają w sobie olej, czyli tłuszcz, który z nich wytłaczamy.

Otóż we wszystkich tłuszczach, cukrach i mączce zawiera się węgiel.

Łatwo się domyślić, że nietylko z białkiem, ale i z pokarmami roślinnymi bezbiałkowymi — mączystemi, cukrowymi i tłuszczami — węgiel ten dostaje się do ciał zwierząt i ludzi.

Skąd się zaś bierze węgiel w roślinach, o tem mówiliśmy w rozdziale o dwutlenku węgla; ktoby więc zapomniał, niech sobie tamten rozdział jeszcze raz uważnie odczyta.

A teraz wracamy do ważniejszych odmian węgla.

Węgiel drzewny jest znanem ciałem czarnem, zlekka połyskującym, dziurkowatym. Pali się łatwo, żarząc się i wydając dużo ciepła. Gdy mówimy, »węgiel się pali«, rozumiemy przez to, że się łączy chemicznie z tlenem powietrza. Gdy węgiel łączy się z tlenem, daje dwa gazy: tlenek węgla, czyli czad, i dwutlenek węgla. Jeżeli węgiel pali się w dostatecznej ilości tlenu, to dwie objętości tlenu łączą się chemicznie z jedną objętością węgla w stanie gazu, dając znany nam już gaz: **dwutlenek węgla**. Jeżeli zaś dopływ tlenu jest za mały, wtedy jedna tylko objętość tlenu łączy się z jedną objętością węgla gazowego i daje **tlenek węgla**, pospolicie czadem zwany. Tlenek węgla wydobywa się z rozżarzonych węgla i pali się niebieskawymi płomykami, przyłączając tlen i tworząc dwutlenek węgla. Gaz ten jest zabójczy dla człowieka i zwierząt; jeśli wchodzi do krwi przez wdychanie go, psuje ją, sprowadza ciężkie wypadki zacczadzenia, kończące się nieraz śmiercią. Czad wydobywa się z pieców mieszkaniowych zawczasie zatkanych, z pieców chlebowych, z samowarów, z piecyków żela-

znych, używanych przez blacharzy i t. p. Człowieka zaczadzonego należy natychmiast wynieść na świeże powietrze, rozpiąć mu ubranie, położyć nawznak, bryznąć na twarz i piersi zimną wodą i przez odpowiednie ruchy rąk starać się wzbudzić sztuczny oddech; jednocześnie z ratunkiem domowym należy posłać natychmiast po lekarza.

Po zupełnem spaleniu węgla drzewnego pozostaje zawsze popiół.

Co zawiera ten popiół?

Są to najrozmaitsze ciała mineralne, które wchodziły w skład żywej rośliny i dostały się do niej z wodą, a więc różne sole wapienne, fosforowe, sole żelaza, potasu i t. p. Zbierzmy ten popiół, posypmy nim ziemię w polu czy w ogrodzie, a dodamy jej doskonałego nawozu mineralnego. Tak się też robi. Gospodyni powinna popiół drzewny starannie wygarniać i wysypywać w nawóz, z którym dostanie się on napowrót do ziemi. Ogrodnik zbiera skrzętnie popiół drzewny do skrzyń zakrytych i rozsypuje go potem pod drzewkami lub na kupy kompostowe.

Węgla drzewnego używają kowale do rozgrzewania żelaza, hutnicy do wytapiania żelaza z rudy; bierzemy go do samowarów, do żelazek do prasowania i innych celów. W izbie, gdzie leży ciężko chory, dobrze jest kłaść kawałki węgla drzewnego, gdyż porami swemi wciąga on różne szkodliwe gazy z powietrza. Można też oczyszczać wodę, przepuszczając ją przez warstwę węgla drzewnego, w którego dziurkach zatrzymują się różne nieczystości.

Węgiel drzewny wypala się z drzewa sosnowego, brzoźowego i innych przez zwęglenie drzewa działaniem wysokiej temperatury bez dostępu powietrza.

Dla zrozumienia tego, zrobimy doświadczenie następujące.

Do szerokiej próbówki szklanej nałożmy drobnych kawałków drzewa sosnowego, zatkajmy korkiem, przez który przechodzi cienko zakończona rurka, i ogrzewajmy próbówkę nad lampką spirytusową.

Po krótkim czasie z kawałków drzewa zacznie ulatywać para wodna i wydzieli się lekki dymek, który będzie wycho-

dził przez koniec rurki, a na ścianie próbowki osiadą kropelki jakiegoś czarno-brunatnego płynu. Dotknijmy płomieniem zapalki wychodzącego gazu: zapali się on i będzie się palił jasnym płomieniem. Spróbujmy językiem kropli płynu, wyciekającego z rurki: okaże się, że jest kwaśny, jak ocet. Będzie to ocet drzewny.

Odetkajmy próbowkę i powachajmy brunatny płyn — przekonamy się, że to jest smoła. A cóż się stało z drzewem? Drzewo zmieniło się w czarny węgiel drzewny.

A więc, ogrzewając drzewo bez swobodnego dostępu powietrza, rozłożyliśmy je na:

węgiel drzewny,
smołę,
ocet drzewny,
wodę,
palne gazy.

Taki rozkład drzewa zowie się suchą destylacją.

Otóż właśnie przez suchą destylację otrzymuje się z drzewa węgiel drzewny.

W tym celu układają szczapy drzewa w kopulaste stosy z rurą pośrodku. obkładają stos ziemią i podpalają od dołu. Drzewo pali się powoli, prawie bez dostępu powietrza, i zmienia się w węgiel drzewny, który wybierają po ostudzeniu i rozrzuceniu stosu. Smoła spływa na dół do kotła — gaz tylko marnuje się darmo, ulatując w powietrze.

Węgiel kostny używa się głównie w cukrowniach do oczyszczania soku buraczanego; jest on bowiem drobniej dziurkowaty, niż węgiel drzewny, i dokładniej zatrzymuje wszelkie domieszki soku. Węgiel kostny robi się przez zwęglenie i późniejsze oczyszczenie oraz zmielenie kości.

Przygotujmy sobie nieco węgla kostnego. Na dno lejka włóżmy kawałek waty, a na to nasypmy węgla kostnego. Teraz nalejmy czerwonego soku z utartego buraka, a będzie

nam przez lejek spływał sok prawie bezbarwny i czysty, jak woda.

W cukrowniach sok z buraka cukrowego jest żółtawy i brudny. Otóż, przepuszczając go przez wysokie rury, napełnione węglem kostnym (filtry), zbieramy u dołu sok czysty i bezbarwny.

Węgiel kamienny uważać obecnie można za najważniejszy opał w mieszkaniach, kuchniach, w fabrykach z maszynami parowymi, do opalania parowozów i parostatków.

Są okolice kraju, gdzie lasów i innego paliwa brak, tam używa się wyłącznie węgla kamiennego.

Węgiel kamienny jest czarny, połyskujący, palny, przypomina więc węgiel drzewny, lecz jest od niego znacznie cięższy, twardszy, kanciasty, przytem nie znać w nim zwykle budowy roślinnej, chociaż — jak zaraz zobaczymy — i ten węgiel pochodzi z roślin.

Znajduje się on w wielu miejscowościach, tworząc warstwy, czyli pokłady, leżące czasem tuż przy powierzchni ziemi, częściej w głębokości kilkudziesięciu, a czasami kilkuset metrów. Same pokłady bywają rozmaitej grubości: od kilku centymetrów do kilkunastu metrów, a rozległość ich liczymy w wielu miejscach na setki i tysiące kilometrów kwadratowych.

Pokłady węgla kamiennego leżą zwykle pomiędzy warstwami łupków ilastych lub piaskowców i wapieni. Badając dokładnie zarówno sam węgiel, jak i te skały, wśród których leży węgiel kamienny, znajdujemy na nich wyraźne odciski liści, gałązek, pni i korzeni tych roślin, z których się utworzył węgiel kamienny. Okazuje się, że były to przeważnie paprocie, skrzypy, widłaki podobne, do tych, jakie dzisiaj rosną na ziemi. Ale rośliny te były znacznie większe od naszych, dochodziły bowiem do kilkunastu metrów wysokości. Jedne z nich miały pnie gładkie, proste, nierozgałęzione, jak wielkie pałki; innych pień posiadał na powierzchni podłużne, okrągłe prążki i czworoboczne ślady po opadłych liściach; tamte kończyły się olbrzymią koroną wspaniałych, do zielonych pior podobnych liści lub otoczone były kręgami drobniejszych gałęzi.

Rosły zazwyczaj na nizinach podmokłych, tworząc olbrzymie lasy. Był czas na ziemi, kiedy znaczna część jej powierzchni pokryta była takimi lasami. Kiedy to było, trudno określić, ale w każdym razie bardzo dawno.

Jak w naszych puszczech, tak i w owych lasach przedwiecznych jedno drzewa nieustannie zamierały, inne zajmowały ich miejsce. Martwe pnie z roku na rok waliły się na ziemię, tonęły w bagnie, dając przez setki i tysiące lat coraz bardziej narastające warstwy materiału roślinnego, który zamulały piaski lub gliny i zalewała woda. Leżąc długo pod wodą, te drzewa pierwotne nie mogły doszczętnie zgnić, ale powoli butwiały, zwęglały się, tworząc materiał palny, który dziś nazywamy węglem kamiennym. Szczególniej w rozległych jeziorach nagromadziło się mnóstwo pni, gałęzi i całych drzew, naniesionych przez rzeki; nasiakając wodą, opadały one na dno i zbierały się tam w takich ilościach, że zczasem wytworzyły się z nich grube pokłady.

W taki sposób na dnie wód lądowych powstała znaczna część znanych dziś pokładów węgla kamiennego. Ale węgiel tworzył się nie tylko z roślin lądowych: wiele pokładów powstało i powstaje wciąż na dnie mórz z tych roślin, które nieraz zarastają ich powierzchnię, zajmując setki i tysiące kilometrów kwadratowych. Resztki tych roślin po śnierzcy opadają na dno, gromadzą się tam i dają pokłady, z których tworzy się i dziś węgiel kamienny*). Kto czytał uważnie to, cośmy mówili o pokładach glin, piasków, łupków i piaskowców, które dziś widzimy na powierzchni lądu, a które niegdyś osiadały na dnie wód, ten łatwo pojmie, że w podobny sposób mogą dziś leżeć bliżej powierzchni ziemi pokłady węgla kamiennego, powstałe niegdyś na dnie jezior lub nawet mórz. Oto przez wypuklanie się skorupy ziemskiej warstwy te zostały wraz z innemi podniesione w górę i znalazły się na lądzie.

Znamy trzy główne odmiany węgla kopalnego: węgiel brunatny, węgiel czarny i antracyt.

*) Bliższe szczegóły patrz w książce Wł. Umińskiego: »Węgiel kamienny«.

Węgiel brunatny jest miękki, matowo-czarny lub brunatny, często zupełnie podobny do kawałka zwęglonego drzewa. Powstał on stosunkowo niedawno z drzew podobnych do dzisiejszych, przeważnie iglastych, a oprócz tego z jesionów, brzoź, olch i t. p. Jest to więc węgiel kopalny najmłodszy, najmniej zwęglony; zawiera tylko 70 na 100 części czystego węgla, pali się źle, wydaje płomień mocno kopcący, z nieprzyjemnym zapachem. Ciepła daje mało. Pokłady węgla brunatnego znajdują się u nas w Piotrkowskiem, Kieleckiem, koło Dobrzyń nad Wisłą i w innych miejscowościach.

Węgiel kamienny (czarny) jest twardszy od brunatnego, nie jest matowy, lecz ma wyraźny połysk; jest on starszy od węgla brunatnego. Zawiera czystego węgla więcej, bo do 85 procentów. Pali się płomieniem, wydając gaz z mocnym zapachem. Jedne gatunki węgla kamiennego dają podczas palenia długie języki płomienne: te zawierają dużo smoły i stanowią węgiel tłusty. Inne gatunki dają płomyki krótkie, mają smoły mało i stanowią węgiel chudy.

Najwięcej mamy dotąd na ziemi pokładów węgla kamiennego. U nas zajmuje on ogromną przestrzeń w południowo-zachodniej części byłego Królestwa Kongresowego, w okolicy Będzina, Sosnowca i Dąbrowy Górniczej. Zwiemy te pokłady węgla Zagłębiem Dąbrowskiem. Dalej ku zachodowi przechodzą one na Śląsk, gdzie znajdują się jedne z najbogatszych w Europie kopalni węgla kamiennego tłustego. Prócz nich słyną w Europie kopalnie angielskie, rosyjskie, francuskie, belgijskie i niemieckie.

Najstarszym ze wszystkich, a zarazem najlepszym gatunkiem węgla kamiennego jest **antracyt**. Jest on bardzo twardy, zbity i mocno połyskujący, często z czerwonym połyskiem. Rozpala się trudno, pali bez płomienia, wytwarzając dużo ciepła i pozostawiając nieznaczna ilość popiołu. Zawiera do 97 procentów czystego węgla. Używa się przeważnie w hutach żelaznych do wytapiania żelaza z rudy. Pokłady antracytu znajdują się w Anglii i w Rosji.

W dalszym ciągu podamy opis jednej z naszych kopalń, oraz rysunki, objaśniające wydobywanie węgla. Teraz powróć-

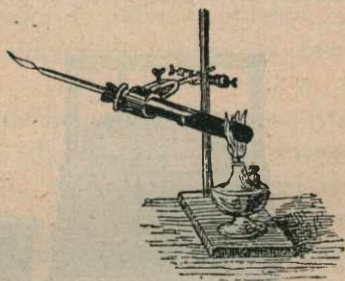
my jeszcze raz do węgla kamiennego i zobaczmy, jaki daje on nam pożytek. Mówiliśmy już, że ten nieoceniony materiał opałowy jest obecnie najważniejszym paliwem, ogrzewającym nasze lokomotywy kolejowe, parostatki, oraz miliony innych maszyn parowych, pracujących dla dobra ludzkości po całej kuli ziemskiej. Węgiel stanowi olbrzymie źródło energii (siły), które człowiek przekształca w ciepło, w prężność pary wodnej, w ruch wałów, kół, pasów i narzędzi, wyrabiających nieskończoną ilość rzeczy pożytecznych.

Już dziś z niepokojem myślimy, co będzie, gdy pokłady tego cennego kamienia, tych »czarnych diamentów«, jak słusznie nazywają ludzie węgiel kamienny, wyczerpią się. Nie lękajmy się jednak: dotąd mnóstwo węgla spoczywa jeszcze nietkniętego w głębi ziemi; coraz nowe, niezmiernie bogate pokłady odkrywają wciąż w różnych częściach kuli ziemskiej. Możemy więc być pewni, że jeszcze tysiące lat miną, zanim się wyczerpie ten skarb wielki, nagromadzony przed wiekami z ówczesnych roślin.

Ale prócz paliwa węgiel kamienny dostarcza jeszcze innego pożytku.

Potłuczmy nieco węgla kamiennego, wsypmy okruchy jego do szklanej próbówki, zakorkujemy i przeprowadźmy przez korek rurkę, jak to było przy suchej destylacji drzewa. A teraz ogrzewajmy ostrożnie naszą próbówkę lampką spirytusową. Po paru minutach zobaczymy, że z końca rurki uchodzi para wodna, potem wewnątrz próbówki w górnej części osiadać zaczną kropelki jakiejś cieczy, z rurki wypływać będzie mętna woda z mocnym zapachem, w dolnej części zbiera się płyn ciemnobrunatny, a wreszcie po tem wszystkiem z otworu rurki zacznie się wydobywać gaz, który zapali się za przytknięciem zapalanej zapalki. (Rys. 53).

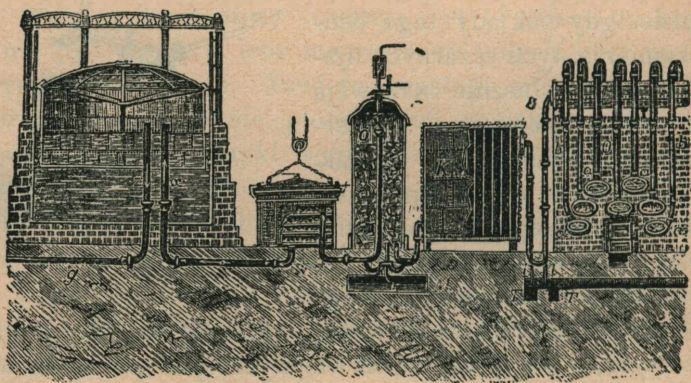
I znowu, jak pod wpływem suchej destylacji drzewa, przez ogrzewanie węgla kamiennego bez dostępu powietrza



Rys. 53.

otrzymaliśmy materiały zupełnie różne od węgla, mianowicie: parę wodną, wodę z amonjakiem, ostry kwas, zwany kreozotem, smołę, a wreszcie **gaz palny**, zwany gazem świetlnym. Jest to ten sam gaz, który pali się w latarniach ulicznych, w domach wielkich miast, na schodach i t. d.

Gaz świetlny otrzymują w gazowniach. Przepalają tam bez dostępu powietrza węgiel tłusty w piecach szczelnie zamkniętych. Po przepaleniu zupełnem w piecach pozostaje nowy materiał węglowy, zwany **koksem**. Jest to węgiel pozbawiony



Rys. 54. (Model gazowni).

smoły i innych części lotnych. Jest on szarawy, połyskujący, dziurkowaty jak gąbka i bardzo twardy. Rozpala się trudno, daje popiołu mało, lecz żarząc się wydziela znaczne ilości ciepła. Używamy koksu na opał, jest on bowiem znacznie tańszy od węgla, oraz do kuźni i hut żelaznych. Koks tedy pozostaje w piecach gazowni, skąd go co jakiś czas wygarniają, a w górę uchodzi rurami żelaznymi gaz, który podlega dalszemu oczyszczaniu. (Rys. 54).

Najpierw przepuszczają ten gaz przez rurę, oziębioną wodą. W tym oziębialniku część gazu skrapla się i odpływa jako smoła, reszta zaś przechodzi dalej w postaci gazu już oczyszczonego od smoły. Rurami przeprowadzają ten gaz jeszcze przez masę oczyszczającą oraz przez wodę, gdzie oczyszcza się

on ostatecznie, gromadzi w wielkich zbiornikach gazowych i stamtąd rurami rozchodzi się po mieście. Jedna rura główna idzie środkiem ulicy, a od niej odchodzą rury boczne do domów i mieszkań, gdzie się kończą odpowiednio urządzonymi lampami. Po otwarciu kurka gaz wychodzi; zapalamy go i mamy piękne światło.

A czemu światło to zawdzięczamy?

Węgłowi kamiennemu, przez niego zaś tym roślinom, z których się ten węgiel przed tysiącami lat wytworzył.

Gazu świetlnego używamy nie tylko do palenia, gotowania, ale także do poruszania machin (podobnych do parowych), zwanych gazowemi.

Opierają się one na bardzo dowcipnem urządzeniu. Kto widział, jak zapalają lampę gazową, słyszał przy tem zawsze jakiś huk. Huk ten powstaje dlatego, że w lampie mieści się nieczysty gaz świetlny, lecz gaz ten pomieszany z powietrzem, — a taka mieszanina daje gaz mocno wybuchający przy zapalaniu.

Otóż do maszyny gazowej dochodzi rurkami jednocześnie gaz świetlny ze zbiornika i powietrze. Zapalając się zamomocą małej lampki tuż przy wyjściu, te dwa gazy sprowadzają wybuch, który porusza tłok maszyny, a przez to ją całą w ruch wprowadza.

Nie możemy się zatrzymywać nad wielu innemi korzyściami, jakie człowiek czerpie z węgla kamiennego, ale trudno nie wspomnieć, że nawet smoła gazowa, która, zdawałoby się, że na nic się nie przyda, daje nam wiele pożytku. Oto przez dalsze przerabianie smoły, otrzymanej przy wyrobieniu gazu świetlnego, daje ona kwas karbolowy, używany do oczyszczania różnych rzeczy od zgnilizny, na lekarstwo i t. d., kwas salicylowy, salol i inne lekarstwa; a wreszcie farby w najrozmaitszych barwach i odcieniach, zwane farbami anilinowemi. Są one wprawdzie trujące przy użyciu wewnątrz, ale służą do wyborczego barwienia różnych tkanin.

Przed paruset laty nie znano zupełnie węgla kamiennego, odkrył go przypadkiem pewien kowal angielski w XVI stuleciu. Dziś jest to jedno z tych ciał przyrody, które posiada

pierwszorzędne znaczenie w przemyśle i służy do zaspokajania tysiącznych potrzeb człowieka.

We wszystkich częściach świata odkryto olbrzymie pokłady węgla kamiennego.

Niżej zamieszczamy krótki opis wycieczki do jednej z naszych kopalń węgla, mianowicie do Niwki pod Sosnowcem *).

Kopalnia „Niwka“ pod Sosnowcem. Już od Strzemieszyc — w południowej części ziemi Piotrkowskiej — wszystko zapowiada, że wjeżdżamy w odmienną okolicę — w krainę kopalń, fabryk, wielkiego przemysłu, wielkiego bogactwa i wielkiej pracy. Na wszystkie strony wśród licznych pól lub pustkowi widać dymiące kominy fabryk; na stacji wagony napęniają się gromadami ludzi o twarzach zakopconych dymem, w ubraniu zatłuszczonem przez ciągłe stykanie się z maszynami. To robotnicy z miejscowych fabryk.

Kto z czytelników nie oglądał nigdy wielkiej fabryki, kto nie był w jej wnętrzu, nie słyszał ogłuszającego stuku i świstu jej maszyn, nie widział karnej, szybkiej a nieustannej pracy zajętych przy nich robotników, temu trudno wyobrazić sobie, czem jest Sosnowiec, gdzie na ogromnej przestrzeni rozrzucone są dziesiątki najróżnorodniejszych fabryk, kopalni węgla i budynków fabrycznych, oraz setki domów i domków, stanowiących mieszkanie wielotysięcznej armji robotników.

Ciekawa jest ta wielka osada fabryczna, która, pomimo swej rozległości i znaczenia, do niedawna jeszcze uważana była za wieś, powstała bowiem na gruntach kilku wiosek: Sielec, Niwki, Zagórza, Sosnowca, Miłowic i Gzichowa. Ta okoliczność, jako też istniejący od pewnego czasu zakaz budowania w pasie granicznym, który dziś już szczęśliwie do przeszłości należy, są przyczyną, że mało spotykamy tutaj domów większych, okazalszych, przeważnie zaś liche, małe, jakby tymczasowe. Wyjątek stanowią gmachy fabryczne, bu-

*) Jest to opis z przed lat 30.

dynki szkolne i szpitale, kościoły i gmachy publiczne. Przez niektóre ulice co chwila przebiegają ze świstem wagony kolei żelaznej, idące z dalszych kopalń. Publiczność różnorodna, pstra, złożona przeważnie z robotników fabrycznych.

Przed kilkudziesięciu laty w miejscu, gdzie dziś wre życie fabryczne, szumiały lasy sosnowe, kołysały się zbożem niwy, rolnik cichy, spokojny uprawiał ziemię, jak i w innych okolicach naszego kraju. W jednej tylko wsi Zagórzu wydobywano trochę czarnego, palnego kamienia — węgla kamiennego, mało sobie ceniąc to wielkie bogactwo.

Aliści zjawili się ludzie, którzy poznali się na niem, którzy umieli ocenić znakomite położenie Sosnowca tuż przy zejściu ówczesnych granic: rosyjskiej, austriackiej i pruskiej, przy linii jednej z najważniejszych kolei żelaznych — i postanowili z miejsca tego skorzystać. Ludźmi tymi byli przemysłowcy z Niemiec. Za niewielkie pieniądze poskupowali okoliczne grunta, włożyli miliony w budowę kopalń i fabryk — i w ciągu niespełna lat 30-stu stworzyli w Sosnowcu jeden z najruchliwszych punktów przemysłowych kraju. Dziś Sosnowiec i jego najbliższa okolica posiada kilka wielkich kopalń węgla kamiennego, zatrudniających liczne, wielotysięczne rzesze robotników; posiada nadto huty i fabryki żelazne oraz cynkowe, dające zajęcie kilku tysiącom ludzi i wyrabiające rocznie miliony kilogramów żelaza, stali i cynku; wreszcie ma wielkie przedsiębiorstwa wełny, zatrudniające kilka tysięcy robotników, oraz wiele innych fabryk, jak: hutę szklaną, papiernię, fabrykę cerezyny (wyrabiającą z kopalnego wosku ziemnego materiał na świece), fabrykę śrutu, lin metalowych i t. d. Razem tysiące ludzi pracują w tem wielkiem, dniem i nocą czynnem mrowisku.

Po tem ogólnem objaśnieniu, co to jest Sosnowiec, zaprowadzimy czytelników tam, gdzieśmy sami byli przed kilku laty, mianowicie do jednej z kopalń węgla tak zwanego Towarzystwa Sosnowieckiego.

Była godzina blisko 6-ta, gdyśmy pod przewodem jednego z urzędników tegoż Towarzystwa dojechali do kopalni »Niwki«, odległej od Sosnowca o kilka kilometrów. Jechaliśmy

blisko granicy, którą łatwo poznać po długim szeregu biało pomalowanych kamieni, a bardziej jeszcze po stojących o sto kroków jeden od drugiego, uzbrojonych w karabiny szerogowcach straży pogranicznej. Zdawać widać było białe domki i kościoły paru miasteczek: to Mysłowice i Szopienice.

W jednym miejscu granicy pokazano nam punkt, gdzie schodzą się Galicja, Śląsk Pruski i Królestwo, z tego powodu zwany »Kątem trzech mocarzy«.

Niedaleko kopalni widać rozległe, puste pola, dziwnie zakłębione, jakby pozapadane w wielu miejscach: jest to »trupie pole«, leżące nad wybranym pokładem węgla. Dawniej ciągnęły się pod niem korytarze kopalni; po wybraniu jednak węgla zostawiono je, część ich zawaliła się, część wali się od czasu do czasu; stąd te zapadnięcia, jakie widać na powierzchni gruntu. Rozumie się, że przejazd i przejście przez to »trupie pole« są zabronione.

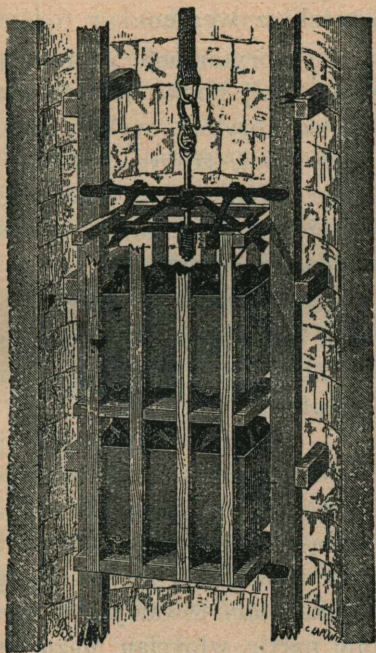
Mijamy jeziorko, leżące w dużym zagłębieniu pośród pól. Objaśniono nam, że jeziorko to powstało na miejscu kopalni, zwanej »Błogosławieństwo Boże«, zalanej nagle przez podziemne wody. Straszna to była chwila, gdy cały obszar ziemi nad kopalnią zastrząsł się, zadrgał i zapadł — a na miejscu jego wystąpiła woda. A tam w głębi pracowało kilkudziesięciu ludzi... Opowiadają, że żona jednego robotnika szła wówczas z obiadem dla męża, który właśnie pracował w kopalni. Na widok groźnej klęski krzyknęła okropnym głosem — i postradała zmysły.

Dzięki uprzejmości towarzyszącego nam urzędnika zarządu, dostajemy pozwolenie zwiedzenia kopalni i pod przewodnictwem głównego sztygara, przybrani w kurty skórzane, z dygniącymi kagankami w rękę, spuszczaamy się windą na dno »Rudolfa«, jednego z trzech szybów kopalni. Winda jest to pomost drewniany z barjerką, umocowany na drucianych linach i stanowiący jakby ruchome dno szybu, to jest studni, prowadzącej w głąb kopalni. Temi samemi windami wyciąga się z kopalni wózki z węglem. (Rys. 55). Stajemy na windzie. Dają sygnał dzwonkiem, i pomost powoli opuszcza się z nami w podziemie.

Dziwne uczucie ogarnia człowieka, który po raz pierwszy używa takiej podziemnej jazdy. Czas dłuży się niezmiernie; wilgotne ściany i belki szybu migają ponuro przy blasku kaganków, a my lecimy wciąż jakby w przepaść nieskończoną. Trwało to zaledwie trzy minuty; pomost stuknął o ziemię i znaleźliśmy się w jednym z głównych korytarzy kopalni.

Dokoła ciemno i zimno; tylko kaganki górników rozlewają słabe światło, ale ruch panuje wielki: jest to bowiem miejsce, dokąd z jednej części kopalni zbierają się wózki z węglem, które tą samą windą zostaną wyciągnięte na wierzch. To też z różnych stron zajeżdżają po szynach szeregi małych wózków, napełnionych węglem, słysząc głuchy turkot kół, przyciszony gwar ludzi i głośne, tłumionem echem rozchodzące się po kopalni rozkazy dozorców.

Pan sztygar zapowiada nam, że udamy się stąd podziemnymi korytarzami do drugiego szybu (Henryka), odległego przeszło o pół kilometra, poczem zawrócimy głównym chodnikiem do tego samego miejsca. Pół kilometra przeszło tam, pół z powrotem po ciemnych, często ukośnie w górę lub na dół idących chodnikach, razem z zakrętami co najmniej półtora, a może i kilka kilometrów wędrówki pod ziemią, to taka przyjemność uiezwykła, że zgadzamy się na nią najchętniej. Więc tedy kije w ręce, latarki przed siebie i gęsiego marsz naprzód. Idziemy pochyłym korytarzem (»pochylnią«), po którym dwiema linjami szyn żelaznych spuszcza się szeregi wózków



Rys. 55.

z węglem. Pełne lecą na dół, puste, zapomocą odpowiedniego urządzenia pociągane przez pierwsze, wracają do szybu w górę korytarza. Pilnować się musimy, bo korytarze wąskie, trzeba wózki ostrożnie wymijać, gdyż inaczej grozi zgniecenie. Coraz wstrzymują spuszczenie wózków, żebyśmy mogli przejść swobodnie. Powiadają, że najczęstsze wypadki śmierci w kopalni zdarzają się przez nieostrożność podejścia pod lecące pochylnią wózki z węglem.

Po korytarzach poziomych wózki ciągną konie, których pracuje tutaj blisko 150. Prowadzą nas do stajni. Jest to długi a szeroki korytarz, wykuty w węglu. Wzdłuż ściany przedziały na pary koni, żłoby, drabiny, kubły do wody, słoma na podściółkę. Gdyby nie czarne węglowe ściany i latarki palące się dniem i nocą, myślałbyś, że zwiedzasz olbrzymią stajnię jakiego bogatego dworu.

Tu i ówdzie w głębi ciemnych korytarzy migocą żółte światła kaganków, oblewając żywym blaskiem gromadki górników. Zbliżamy się; sztygar wita ich zwykłym pozdrowieniem: »Glikauf«*).

— Glikauf! — odpowiadają górnicy.

Nam jednak na rzucone pozdrowienie: »Szczęść Boże!« — dziękują staropolskiem: »Panie Boże zapłać!«.

Są to przeważnie Ślązacy. Oni jedni tylko od dawnych już lat wynajmują się do pracy w kopalni. Przed kilku laty — opowiada nam towarzysz z zarządu — sprowadzono z dalszych okolic partję włościan Mazurów. Zwabieni dobrym zarobkiem, podpisali naprzód umowę. Skoro jednak spuszczone ich do kopalni, kiedy spróbowali pracy górniczej, za nic nie chcieli zostać. »Nikogo nie zabiłem ani okradłem, żebym za życia pokutował w tych podziemiach«. I powrócili do swych wiosek, a na ich miejsce trzeba było sprowadzić znowu pracowitych jak krety i jak krety do podziemnej pracy przywykłych Ślązaków.

Kolejno oglądaliśmy wszystkie roboty. W jednym miejscu widzieliśmy odbijanie węgla żelaznymi drągami. W innym

*) »Glikauf« — niemieckie wyrażenie — znaczy: »Na szczęście«.

górnik wiercił przy nas w węglu kanał do założenia ładunku z prochem. Gdzieindziej ładunek był już założony; odeszliśmy wszyscy paręset kroków od miejsca, w którym wyłamano węgiel; górnik podpałił lont, sam odbiegł szybko. Widać było, jak mała iskierka, migocąca niby gwiazdka, przebiega coraz wyżej i wyżej po lonce: wreszcie dostała się do miny — rozległ się straszny huk, zadrżały ściany korytarza, a echo poniosło daleko w podziemia głuchy łoskot wybuchu i trzask sypiących się z góry odłamków rozsadanego węgla.

Po wyłamaniu węgiel ładuje się łopatami na wózki i dowozi po szynach do windy.

W innych korytarzach widzieliśmy zakładanie stempli, służących do podparcia sklepienia; to znów oglądaliśmy miejsce, skąd węgiel został wybrany, i część stempli zabiera się teraz napowrót, zostawiając resztę aż do zawalenia się. Zaszliśmy też aż do kaplicy św. Barbary, patronki górników. Dziwnie uroczyste wrażenie robi ta kaplica, wyżłobiona w węglu w kształcie szerokiej, sklepionej pieczary; na ołtarzu stoi przybrany w kwiaty posąg świętej Patronki, z jednej bryły węgla wykuty.

Przy wyjściu z kaplicy spostrzegamy nosze drewniane: smutny ten przyrząd służy do przenoszenia tych bojowników podziemi, którzy ulegli wypadkowi kalectwa lub śmierci. Mijamy to miejsce z serdecznem, z głębi duszy płynącym życzeniem, aby te nosze nigdy nie były potrzebne żadnemu z tych dzielnych pracowników.

Wspaniałe wrażenie robią maszyny parowe, obsługujące windy i pompy w kopalni. Pompowanie wody podziemnej, wyprowadzanie jej nazewnątrz kopalni jest jedną z najważniejszych prac. Zapomocą olbrzymich maszyn i pomp człowiek toczy tutaj nieustanną walkę z wodą, która sący się z całej kopalni, kanałami doprowadza się na jedno miejsce, skąd trzeba ją wypompować, gdyż inaczej groziłaby zalaniem.

Niepodobna tutaj opowiadać wielu szczegółów z życia kopalni; żaden opis nie jest w stanie dać takiego pojęcia o tem, co to jest kopalnia, czem jest praca człowieka w kopalni, jak zwiedzenie tych podziemi samemu. Jeżeli dotąd i ja,

i mój towarzysz patrzyliśmy z głębokim szacunkiem na pracę górnika, to teraz, przyjrawszy się ogromowi i ciężkim warunkom tej pracy, nauczyliśmy się czić ją stokroć więcej.

Była godzina blisko 11-ta w nocy, gdyśmy wyjechali znów na powierzchnię ziemi. Spuściliśmy się do kopalni za blasku słońca, wyszliśmy przy świetle gwiazd i księżyca. W nadziemnej części fabryki, oświetlonej latarniami elektrycznymi, wrzała praca przy sortowniach, maszynach, które same rozdzielają węgiel na grubsze i mniejsze kawałki i wrzucają go do stojących na dole wagonów kolejowych. Trzysta takich wagonów węgla kamiennego dziennie daje kopalnia »Niwka«.

Takie jest olbrzymie bogactwo, które z tej jednej kopalni dla dobra ludzi wydobywają z ciemnych otchłani pracowite dłonie górników.

Grafit — jest to materiał, którego używamy do pisania w dzisiejszych czarnych ołówkach. Niedgdyś ołówki wyrabiano z ołowiu, który jest tak miękki, że zostawia szare rysy na papierze, stąd nazwa ołówka; obecnie ołówki robi się z grafitu. Jest to też odmiana węgla kopalnego, ale posiada niektóre własności odrębne.

Przedewszystkiem grafit nie pali się w zwyczajnym ogniu. Zastrugaj ołówek tak, żeby duży kawałek grafitu wystawał z drewnianka, i włóż ten grafit do ognia. Będzie się żarzył, ale się nie spali. Nawet w bardzo mocnym ogniu grafit się nie pali, można go spalić dopiero w czystym tlenie, a wtedy, łącząc się z tlenem, daje dwutlenek węgla, taki sam, jak każdy węgiel, który spalamy.

Grafit spotyka się w pokładach znacznej grubości. Jest to kamień szary, połyskujący, tak miękki, że paznogciem się rysuje, a na papierze zostawia czarny, trwały ślad. Dlatego właśnie używamy go do wyrobu ołówków. Grafit ma zupełnie inną budowę, niż węgiel kamienny, składa się bowiem z drobnych blaszek, niby łusek, ściśle przystających do siebie.

Słynne pokłady grafitu znajdują się w Niemczech południowych (Bawarji), oraz na Syberji.

W różnych częściach ziemi różne jest pochodzenie pokładów grafitowych. Niektóre z nich są niewątpliwie bardzo dawnymi pokładami węgla kamiennego. Innych zaś pochodzenie jest zagadkowe. W każdym razie godną uwagi jest okoliczność, że węgiel rozpuszczony w żelazie stopionem wydziela się po zastygnięciu żelaza w formie drobniotkich blaszek grafitu, które tkwią w żelazie i mogą być uwolnione, gdy żelazo rozpuścimy w jakim mocnym kwasie.

Grafitu używamy na ołówki, do wyrobu tyglów ogniotrwałych do topienia metali, a także do wyrobu mieszaniny ziemnej, z której robią formy do odlewów żelaznych.

Do wyrobu ołówków granit rozcinają maszynami najpierw na cienkie blaszki, potem na łaseczki, które następnie wkładają w drewnianka. Gorsze gatunki grafitu miały na mąkę, mieszają z gliną, dodają wody i otrzymane w ten sposób ciasto przeciskają przez sito; tak otrzymują wałeczki, które suszą i używają na wyrób tańszych ołówków.

Drewnianka przygotowuje się w sposób następujący. Maszyna tnie drzewo na deseczki długości ołówka. Druga maszyna robi na powierzchni deseczki karby, odpowiadające każdej grubości jednego ołówka. Potem deseczkę przecinają wzdłuż na dwie połówki, z jednej strony płaską, a drugą wzdłuż karbowaną. Na płaskiej maszyna robi podłużne wcięcia, w które wkłada się wałeczki grafitu. Pozostaje teraz złożyć i skleić dwie rozcięte połowy deseczki, rozciąć je na pojedyncze ołówki, ogładzić, odmalować, wycisnąć stempel i puścić w świat.

Robota idzie bardzo szybko, tak że dziennie setki tysięcy ołówków grafitowych wychodzą z fabryki na pożytek ludziom.

Dawniej ołówki sprowadzano do nas przeważnie z Niemiec, teraz mamy fabrykę swoją, Majewskiego w Pruszkowie pod Warszawą, która wyrabia doskonałe ołówki.

Grafit mało jest podobny do węgla, ale już zupełnie do niego niepodobny jest **djament**, słynny drogi kamień, którym ludzie zdobią pierścienie, broszki i kolczyki.

Jeżeli obejrzymy djament w pierścieniu, to przedstawi się

on nam jak kawałek szkiełka bezbarwnego, przezroczystego, oszlifowanego prawidłowo w trójkątne płaszczyzny, z bardzo mocnym połyskiem a mieniaćmi się barwami tęczy przy najmniejszym poruszeniu.

Taki djament zowie się brylantem.

Spróbujmy tym brylantem pociągnąć po szkłe, a otrzymamy na niem głęboką ryse. Taką samą ryse da nam djament na każdym kamieniu, nawet na żelazie i stali. Dowodzi to tego, że jest on bardzo twardy; istotnie jest to najtwardszy ze wszystkich minerałów.

Pomimo tej twardości djament jest bardzo kruchy: broń Boże uderzyć go młotkiem, bo się pokruszy na kawałeczki.

W ogniu zwyczajnym nie spali się, ale w czystym tlenie spala się zupełnie, dając dwutlenek węgla. **Djament jest więc węglem i to węglem najczystszym**, nie zawierającym zwykle żadnych ciał obcych. Brylanty są djamentami sztucznie oszlifowanemi. W przyrodzie djamenty znajdujemy w postaci luźnych lub wrośniętych w skałę ziarn, zawsze prawidłowych. Najczęściej są one otoczone 8 płaszczyznami trójkątnymi, ale bywa ich 12, 24 i więcej. Wiemy już, że takie prawidłowe bryły przyrodzone zowią się kryształami; a zatem djament jest węglem krystalicznym.

Najczęściej djamenty są bezbarwne i przezrocyste, i takie są najpiękniejsze; są to djamenty »czystej wody«; bywają jednak różnie zabarwione: żółtawe, zielonawe, a nawet czarne.

Wielkość djamentów bywa najrozmaitsza: od drobnych jak piasek, do takich, jak orzech laskowy lub mały kartofel. Im większy jest djament, tem jest oczywiście droższy; lecz cena ich rośnie znacznie szybciej, niż ciężar, a przytem zależy ona od piękności, połysku, rzadkości i innych względów. Djament wielkości ziarnka grochu kosztuje kilka tysięcy złotych; djamenty wielkie cenią się na setki tysięcy, a nawet miliony złotych. Jest na świecie kilkanaście djamentów wielkich, stanowiących przeważnie własność skarbową różnych państw. Każdy z nich ma osobną nazwę, jest pilnie strzeżony i posiada swoją historję, nie zawsze wesołą.

Tak np. jest pewien brylant, zwany »Rejentem« lub »Pit-

tem«, Jest to jeden z najpiękniejszych i największych brylantów; waży obecnie 38 gramów, a wielkość ma połowy orzecha włoskiego. Niegdyś ważył 102 gramy. Znalazł go w roku 1702 w Indjach azjatyckich jakiś biedny kopacz, a chcąc go ukryć przed czujnem okiem dozorców, zrobił sobie na skórze sztuczną ranę i tam schował djament. Jakże jednak skarb taki sprzedać? Z kłopotem swym zwierzył się jakiemuś majtkowi okrętowemu. Nikczemna chciwość zrodziła się w duszy majtka: zamordował i utopił kopacza, a djament zabrał i sprzedał za 3 tysiące złotych znanemu wówczas bogaczowi angielskiemu Pittowi. Niedługo jednak cieszył się zbrodniarz tak nikczemnie zdobytym majątkiem: zaczął hulać, przepuścił wszystkie pieniądze i z rozpaczą powiesił się. A Pit tymczasem sprzedał ów djament królowi francuskiemu za sumę wynoszącą około czterech milionów złotych. Djament oszlifowano i do końca XVIII wieku znajdował się on w koronie królów francuskich. Gdy jednak w owym czasie wybuchła we Francji rewolucja, w zawierusze przepadł i słynny »Rejent«. Niewiadomo jaką drogą dostał się on do rąk pewnego handlarza Niemca. Dowiedział się o tem cesarz Napoleon I, wykupił go od Niemca i przyozdobił nim rękaje swojej szpady. Aż oto w roku 1870, po klęsce pod Sedanem, gdy cesarz francuski Napoleon III poddał się Niemcom, szpada jego ze wspianiałym »Rejentem« stała się własnością króla pruskiego. A co tam dalej będzie z tym brylantem, który tyle krwi i zbrodni ma w swojej przeszłości — Bóg to raczy wiedzieć.

Djamenty kopią głównie w trzech krajach: w Indjach Wschodnich w Azji, w Brazylii w Ameryce i w Transwalu w Afryce południowej. Najpiękniejsze są indyjskie. Kopanie odbywa się pod dozorem straży uzbrojonej, a najmniejsze przestępstwo ze strony robotników, szczególnie zaś kradzież, bywa surowo karane.

Kopać djamenty jest bardzo trudno, gdyż są one porzucane pośród ziarn żwiru i piasku, które trzeba ziarnko po ziarnku przebierać, tembardziej że surowe kryształy djamentu nie mają połysku tak mocnego i tak pięknej gry barw, jak oszlifowane djamenty.

Piękny połysk i cudną grę barw nadaje im dopiero sztuczne szlifowanie. Szlifuje się djamenty płytami stalowymi, wprawianymi w bardzo szybki obrót i posypanymi proszkiem djamentowym. Przy szlifowaniu nadaje się djamentom różne postaci, ograniczone zwykle trójkątnymi lub czworokątnymi płaszczyznami. Robota ta wymaga wielkiej zręczności. Najsłynniejsze szlifiernie brylantów znajdują się w Paryżu, w Antwerpii (w Belgji) i w Amsterdamie (w Holandji).

Mówiliśmy, że djamenty, a właściwie brylanty, służą jako drogie kamienie na ozdoby. Jest to oczywiście korzyść niewielka, i prawdę mówiąc, szkoda tyle pracy ludzkiej poświęcać na szukanie tych błyszczących kamyków, służących próżności ludzkiej. Prawdziwy pożytek z djamentów mamy ten, że robi się z nich świdry do wiercenia głębokich otworów w najtwardszych skałach, np. do wydobywania ropy naftianej z głębi ziemi, i że djamentami odpowiednio oprawionymi krajemy szyby.

Uczeni dawno łamią sobie głowy nad pochodzeniem djamentów, a także nad sztucznem ich otrzymywaniem.

Jak powstały djamenty? W jakich warunkach czarny, miękki, nieprzezroczysty węgiel mógł się zmienić w bezbarwne, przejrzyste i tak twarde kryształy djamentu? Przypuszczają, że stało się to za sprawą ognia: w wielkim żarze pierwotnym ziemi węgiel mógł się rozpuścić w różnych minerałach, a po ich zastygnięciu w głębi ziemi pod wielkiem ciśnieniem skryształizował się na djament.

Pewien uczony ogrzewał proszek węglowy, zamknięty szczelnie w bryłce żelaza, aż do stopienia tej bryłki, a potem raptownie studził ją lodem. Krzepła ona niezwłocznie i krzepnąc raptownie a silnie ścisnęła swe wnętrze, w którem był proszek węgla rozpuszczony w stopionem żelazie. Po takim raptownem ostudzeniu takiej bryłki żelaza we wnętrzu jej powstały drobniutkie djamenty. Kto wie? może czasem będziemy umieli ze zwyczajnego węgla otrzymywać duże kryształy djamentu; a wtedy ten piękny kamyk utraci nieco ze swej wartości, która obecnie jest tak znaczna dlatego, że jest on rzadki i trudno go znaleźć.

XVI. T o r f.

Torf jest rodzajem węgla kopalnego, złożonego z napół zwęglonych łądzynek, listków i korzonków mchów i innych roślin błotnych. Barwy jest brunatnej, a im jest starszy, tem staje się ciemniejszy, prawie czarny.

Torf jasny zwykle jest mniej zbity, gąbczasty, mało zwęglony, z wyraźnemi łądzykami mchów; taki torf zowie się darniowym i leży bliżej powierzchni. Głębiej znajduje się torf bardziej zbity, twardy, ciemny, mocno zwęglony. Torf darniowy przydatny jest po wysuszeniu na ściółkę, torf zbity na opał.

Torf leży zawsze pokładami, mniej albo więcej rozległemi, bądź na mokrych łąkach, nad rzekami, na brzegach jezior i mórz, bądź na zboczach gór lub w lasach. Grubość pokładów torfowych bywa rozmaita: od części tylko metra aż do kilkunastu metrów.

U nas pokłady torfu znajdują się w bardzo wielu okolicach kraju, przeważnie nad rzekami i jeziorami, tworząc ogromne, milami ciągnące się bagna i trzęsawiska. Najczęściej trzęsawisko zajmuje rozległą nizinę lub kotlinę z wyższemi nieco brzegami; środkiem jej płynie rzeka, zarośnięta trzcina, sitowiem i tatarakiem i wpadająca zwykle do dużego stawu lub jeziora. Czasami pośród łąki torfowej, leżącej w kotlinie, widać jedno lub parę małych jeziorek, pięknie połyskujących pośród zieleni mchów. Nazywamy takie jeziorka »oknami«.

Główny materiał, z którego tworzy się torf, stanowią liczne gatunki mchów torfowych, czyli torfownic, rosnących kępami w miejscach stale wilgotnych. Prócz tego znajdujemy w torfie resztki różnych ziół i krzewów błotnych, a także zwęglone, zbutwiałe pnie drzew — jak olchy, brzozy i inne. W tych szczątkach roślinnych tkwią liczne ziarenka piasku i gliny, a także kości i skorupy różnych zwierząt, które żyły w torfowisku lub przypadkiem na niem zginęły. Często w torfach zdarza się wykopywać kości zwierząt dawno zaginionych, jak jeleni wielkorogi, tur, mamut i inne. W pewnym torfowisku znaleziono cały szkielet wielkiego jelenia w pędzie, a za

nim szkielety kilku wilków, które, goniąc jelenia, razem z nim zginęły przed tysiącami lat w trzęsawisku.

W każdym razie do utworzenia się torfowiska niezbędne jest, żeby pod zwierchnią przepuszczalną warstwą ziemi znajdował się pokład zbity, nieprzepuszczalny — np. glina, łupek lub skała.

Opowiem nasamprzód, jak się tworzą torfy lądowe.

Wyobraźmy sobie nizinę z rzeką pośrodku i jeziorem, przez które ta rzeka przepływa. (Rys. 56).

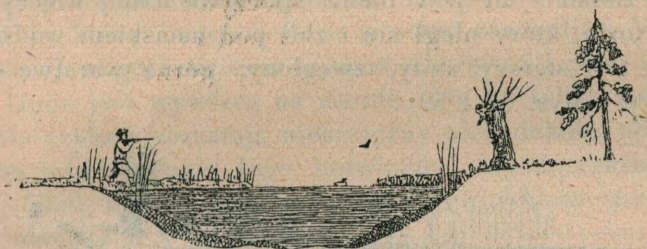


Rys. 56.

Na brzegach rzeki i jeziora, jak to zwykle bywa wilgotnych, rosną oczywiście różne trawy i zioła, między którymi zaczynają się ukazywać kępki mchów, zasianych przez wiatry. Mchy są drobne, delikatne, z łodyżkami śpiczastymi, z których wierzchołka sterczą kuliste torebki z nasionkami. Mech posiada tę jeszcze własność, że w miarę zamierania dolnej części łodyżki odrasta on w części górnej, a jednocześnie rozprzestrzenia się szybko dzięki swoim nasionkom. Powoli, powoli mech zajął już znaczną część łąki i doszedł aż do brzegu jeziora, zamieniając dobrą przedtem łąkę na kwaśną, zawsze wilgotną, z ostremi turzycami i welniakami, które rzuciły się teraz obficie, zamiast dawnych traw smacznych, słodkich.

Doszedłszy do jeziora, mech nie zatrzyma się tutaj. Po między jego łodyżki i korzonki wiatr nawiał z kurzem mnóstwo piasku, fala wodna narzuciła nieco gliny, i oto w ten sposób na powierzchni wody utworzyła się cienka warstewka ziemi, na której nowe mchy mogą porosnąć, utrwalić się i utworzyć pokład, pływający niejako na powierzchni jeziora. Powta-

rza się to z dnia na dzień, z roku na rok, potrochu, lecz nieustannie. Tak po pewnym czasie wysuwa się od właściwego brzegu wody na jej powierzchnię kożuch roślinny, złożony z mchów i cząstek ziemi, pod którymi znajduje się woda. Na kożuchu tym porastają zaraz różne zioła błotne, zjawia się sitowie i tataraki, które przebijają się przez nią wgląb, zakorzeniają się w dnie jeziora i tembardziej kożuch ten utrwalają. (Rys. 57).



Rys. 57.

Idąc łąką ku jezioru, nie zauważylibyśmy nawet, że wchodzimy na kożuch, leżący na powierzchni wody, gdyby nie to, że trzęsie on się pod nami, ugina się, faluje na prawo i lewo, a broń Boże, może się pod nami przerwać, jak to się niekiedy zdarza — i wtedy wpadniemy w wodę. Kożuch taki jest już prawdziwem **trzęsawiskiem**.

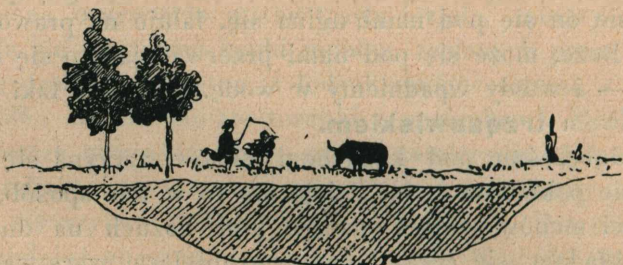
Jednocześnie pod kożuchem mchów zaczyna się właśnie tworzenie pokładów torfu. Dzieje się to w ten sposób, że dolne części mchów gniją i opadają pod kożuch na dno wody, gdzie układają się coraz i coraz grubiejącą warstwą. Leżąc zaś pod wodą bez dostępu powietrza, te cząstki mchów i innych roślin błotnych nie mogą zgnieć doszczętnie, lecz butwieją, zwęglają się powoli, dając brunatną, grząską masę, jak gdyby błoto. Płynąc wodą, na której brzegu jest trzęsawisko, zamąćmy wodę na dnie wiosłem lub wygarnijmy z dna trochę owego błota, a przekonamy się, że składa się ono ze szczątków roślinnych takich samych, jakie znajdujemy w każdym torfie.

Mijają lata. Kożuch mchów ze wszystkich stron nasuwa

się coraz dalej i dalej na powierzchnię rzeki i jeziora, aż wreszcie z szerokiej dawnej rzeki zostaje tylko wąska rzeczulka z dnem czarnem, grząskiem, pełnem torfu, z brzegami trzęsącemi się i wyniesionemi w górę. A jezioro wypełnia się torfem, zmniejsza się; już z niego tylko niewielkie oko wody pozostało: ostatnia kryjówka kaczek dzikich i cyranek; aż wreszcie i ono porasta mchami zupełnie i dawne jezioro zamienia się na łąkę torfiastą. Powierzchnia jej zarasta mchem, trawą i ziołami; ale pod niemi spoczywa mniej więcej gruby pokład torfu, który uległ się i zbił pod naciskiem wody. Spód zajmuje torf starszy, zbity, zwęglony; górną warstwę — torf darniowy. (Rys. 58 i 59).



Rys. 58.



Rys. 59.

Teraz trzeba tylko, żeby skrzętny człowiek spróbował, czy ma torf na swojej łące, jakiej grubości i gatunku, a wtedy założy sobie torfiarnię, będzie kopał torf, zwierchnią rumówkę weźmie na ściółkę, a dalszy czarny torf ułoży w cegielki pod szopą, wysuszy i będzie miał opał na całą zimę *).

*) O torfie i obchodzeniu się z nim czytaj książkę W. Kotłubaja: »Torf, jego pochodzenie i pożytek w gospodarstwie włościańskim« (cena 24 gr.).

Torf leśny powstaje nieco inaczej, jak to można widzieć u nas w lasach podmokłych, gdzie są niewielkie kotlinki i bagienka. Na bagienkach takich porasta mech torfowy początkowo kępkami, leżącemi zdala jedna od drugiej pomiędzy drzewami. Ale kępek coraz przebywa, już zwały się one razem i niby zielonemi pierścieniami puszystymi, otaczają drzewa leśne...

Zdradzieckie to jednak pierścienie! Powoli pierścień taki posuwa się aż do samego pnia, a z nim razem dochodzi wilgoć, woda, którą mchy zawsze w sobie zawierają. Wskutek nadmiernej wilgoci drzewo zaczyna chorować i psuć się; lada burza łamie je i wyraca na ziemię. Na to tylko mchy zdawały się czyhać; obrastają nieszczęsny pień dokoła, pokrywają go sobą i sprowadzają jego butwienie. A jednocześnie same dają pokład torfu, który powiększa się jeszcze materiałem drzew obalonych.

Kto był w takich miejscowościach, mógł śledzić z roku na rok niszczyielską robotę mchów po lasach i powstawanie torfowisk leśnych.

Torf, jako materiał opałowy, przedstawia dużą wartość wszędzie tam, gdzie lasy wyniszczone i drzewo jest drogie. U nas spotyka się w bardzo wielu okolicach i dlatego musimy uważać pokłady torfu za prawdziwe bogactwo, równoznaczne z pokładami węgla kamiennego.

Torf pali się gorzej od węgla, raczej żarzy się, wydając dym cuchnący, przytem zostawia dużo popiołu, który powinien być zużyty na nawóz, gdyż jest pozostałością roślin.

Po wydobyciu torfu gospodarz ma jeszcze tę wygodę, że torfiarnia wypełnia mu się wodą, którą może zarybić i znowu ciągnąć z niej dochód.

XVII. N a f t a.

Nafta, jako materiał do oświetlenia, znana jest niedawno. Nawet ludzie niebardzo starzy pamiętają, że jeszcze przed kilkudziesięciu laty nafty u nas nie znano; do oświetlenia po

chatach służyło łuczywo, a u ludzi zamożniejszych świece łojowe lub lampy napełnione olejem. Od wielkiej parady tylko przy gościach palono czasem świece stearynowe. Aż oto z dalekiej Ameryki zaczęto dowozić beczkami płyn palny, który, wlany do lamp odpowiednich, dawał światło kilkakroć mocniejsze, bielsze i tańsze, niż świece. Płyn ten zwano ligroiną, olejem skalnym lub naftą. Dziś nafta stanowi niezbędny środek oświetlenia nawet w najuboższej chacie, a po wielkich miastach światło jej dotąd walczy jeszcze z nowymi, lepszymi sposobami oświetlenia gazem i elektrycznością.

Nafta, którą palimy w lampach, jest już oczyszczona; z ziemi zaś wydobywa się jako **ropa naftowa**, ciecz brunatna, gęstawa, z mocnym zapachem, kopczą podczas palenia a niebezpieczna, bo w lampie wybucha i powoduje pożary.

Otóż tę ropę naftową znano już od bardzo dawna.

Jeszcze Grecy i Rzymianie starożytni używali jej za lekarstwo pod nazwą »oleju sycylijskiego«. Dzicy Indianie Ameryki Północnej kopali naftę i sprzedawali ją jako lekarstwa na różne bóle ciała. Podobno jeszcze przed 10-ciu wiekami mieszkańcy nadmorskich miejscowości, gdzie dziś leży miasto Baku na Kaukazie, znali naftę i używali jej na lekarstwo, do smarowania wozów, a nawet do kaganków glinianych z knotem. To samo wiadomo o mieszkańcach Małopolski wschodniej, którzy od wieków sprzedawali olej ziemny na smarowidło do wozów i skór.

Właściwie jednak dopiero przed laty 60 jednocześnie w Ameryce i w Małopolsce uczeni przekonali się, że po oczyszczeniu oleju ziemnego można z niego otrzymać wyborny materiał świetlny, t. j. naftę.

Trzy są główne kraje, gdzie znaleziono bardzo bogate źródła ropy naftowej: Ameryka Północna (stan Pensylwanja), Kaukaz (okolica Baku nad morzem Kaspijskim) i Małopolska (okolice Borysławia i wogóle podgórze Karpat). Ale źródła nafty są i w innych krajach, jak Japonja, wyspa Nowa Zelandja, Indostan, Włochy, Rumunja W Kieleckiem, około wsi Wójczy, są małeńkie źródła naftowe.

Ropa naftowa znajduje się w ziemi nieraz w głębokości

przeszło tysiąc metrów, gdzie pomieszana z wodą przesycą piaskowce, piaski i dziurkowate wapienie, tworząc żyły naftowe podziemne i jeziora, wypełniając różne przerwy między temi skałami. Pod nią leżą zawsze zbite gliny lub inne skały, nie przepuszczające wody. Często ropa wraz z wodą wydostaje się z głębi na powierzchnię ziemi, dając źródła i studnie. Takie źródła naftowe widzieć można w bardzo wielu miejscach na całym podgórzu wschodnich Karpat, — a nie tylko widzieć, ale i czuć, bo zapach nafty rozchodzi się z nich daleko.

Warstwy ziemi zawierające ropę zowią się pokładami naftowemi. Z takich pokładów trzeba tę ropę wydobywać.

Robota to niełatwa. Oczywiście tam, gdzie ropa znajduje się płytko pod ziemią, wystarczają zwyczajne studnie z wałem lub żorawiem, jak do wody. Ale takie studnie rzadko bywają obfite. Prawdziwie bogate w ropę są dopiero pokłady głębokie na wiele setek metrów.

Jak się do nich dostać? Jak z tych głębokości ropę wydobyć? — Żeby to wszystko zrozumieć, pójdźmy do jakiejś bądź większej kopalni nafty.

Zdaleka już uderza nas niezwykle widok. Na wszystkie strony, niby olbrzymie strażnice, wznoszą się wysoko setki wież drewnianych, czworokątnych, zwężających się ku górze. Jedne z nich są już ukończone, deskami obite, inne zaczęto dopiero budować. Na szczyt ich prowadzą wąskie drabiny, a mocne słupy podpierają je u dołu. Są to »wieże wiertnicze« — rusztowania drewniane, mieszczące wewnątrz przyrządy do wiercenia otworu wgłąb ziemi. Wpobliżu wież ciągną się długie szopy, nad którymi unoszą się z hukiem kłęby pary. Tu pracują maszyny parowe, mieszczą się kuźnie, kotłownie, ślusarnie i inne warsztaty, obsługujące maszynę wiertniczą. Słychać stamtąd miarowy stuk młotów, zgrzyt pił i przeraźliwy świst pary. A przy tych wszystkich przyrządach pracują tysiące ludzi w ubraniach zatłuszczonych, nawskroś przesiąkniętych naftą.

Gdzie spojrzeć — wszędzie nafta, nafta, nafta. Tutaj płynnie rurami i rowami, tam zbiera się w sadzawkach lub tworzy grząskie, cuchnące błoto, przez które przechodzić trzeba po

wąskich kładkach. Wzrok i powonienie pokazuje ci, że jesteś w państwie nafty, tego groźnego płynu, który jedna iskra zdolna zamienić w morze płomieni.

A tam woddali czernieją domki robotników, domy zarządu, kantory kopalni, wszystkie pełne świstu, gwaru i gorącego pośpiechu.

Lecz idźmy do tej wieży, gdzie się zaczyna dopiero wiercenie szybu. Pośrodku wieży sterczy z ziemi szeroka, 60 centymetrów średnicy mająca rura żelazna, którą robotnicy starają się osobną prasą wtłoczyć w wykopany dół. Wreszcie po wielu trudach rura jest już włożona, trzeba pogłębić otwór. Do pogłębiania służy wielki stalowy świder wiertniczy, poruszany machiną parową. Świder składa się z kilku prętów żelaznych; do ostatniego pręta przyśrubowany jest ciężki walec żelazny, zwany patronem, do którego przykręca się olbrzymie dłото stalowe, metr długie, a ważące około dwustu kilogramów. Cały przyrząd porusza machina parowa, podnosząc go i opuszczając. Wraz z całością wznosi się i opuszcza świder i padając całym ciężarem na dół wrzyna się w ziemię. Po chwili dłото podnosi się do góry; znów opada na dół — i tak idzie robota coraz dalej i dalej.

Gdy w ten sposób wywierci się około metra, zdejmują świder i zamiast dłóta przymocowują czerpaki, które wybierają rozbitą ziemię i gruz skalny, pomieszany z wodą.

Skoro się szyb pogłębi tak, że już rura pierwsza jest za krótka, dosztukowują od góry nową rurę i znowu wbijają ją głębiej zapomocą prasy lub ciężkiej »baby« żelaznej, uderzającej z góry i wtłaczającej rurę w wywiercony otwór.

Ale im głębiej, tem kanał wiercony staje się węższy, rur wbijać głębiej niepodobna. Wtedy do wnętrza pierwszych rur wkładają dalsze, coraz węższe, używając też coraz węższych świdrów. Wreszcie po paru lub kilku miesiącach mozolnej pracy, po wydaniu nieraz wielu tysięcy złotych, zależnie od głębokości szybu i twardości wierconego gruntu — w głębokości kilkuset metrów szczęśliwie ukazuje się nafta. Zakotłowało się w rurze, buchają potoki błota i kamieni, a za niemi zaczyna płynąć ropa naftowa, napełniając całą okolicę właści-

wą sobie wonią, a duszę szczęśliwego przedsiębiorcy radością.

A nie zawsze jest on szczęśliwy. Z naftą, jak z wodą: nie zawsze i nie wszędzie na nią się natrafia. Nieraz po długim wierceniu, po wydaniu wielu tysięcy złotych, do nafty dojść niepodobna i robotę trzeba zarzucić; czasem wydobyta nafta nie opłaca dziesiątej części wydatków. Ale zdarza się często, że tryśnie ona tak obfitym potokiem, iż w ciągu krótkiego czasu robi przedsiębiorcę bogaczem. Dobry szyb powinien dawać od trzech do pięciu milionów kilogramów nafty rocznie; ale w r. 1899 jeden tylko szyb, głęboki 100 metrów, dał słynnym nafciarzom braciom Noblom w Baku 176 milionów kilogramów ropy. A wszystkie ich szyby dały im w tym roku 1520 milionów kilogramów ropy. Cóż dziwnego, że ci Noblowie stali się wkrótce posiadaczami wielu milionów złotych i stworzyli najpiękniejszą fundację t. zw. »Nagrodę Nobla«, z której odsetki roczne, tworzące wielotysięczną sumę, międzynarodowy komitet uczonych oddaje wybranemu człowiekowi, jeżeli się wielce zasłużył ludzkości. Z Polaków taką nagrodę przyznano jednego roku sławnemu powieściopisarzowi H. Sienkiewiczowi, drugi raz powieściopisarzowi Wł. Reymontowi, trzeci raz uczonej M. Skłodowskiej-Curie.

Z gotowego już szybu ropę wydobywa się dwoma sposobami: albo czerpakami, jak ze zwyczajnej studni, albo też sama ona tryska w górę strumieniem i dostaje się w odpowiednie rury, które prowadzą ją do zbiorników i beczek.

Gdy nafta zacznie bić z szybu, starają się czempredziej zatkać rurę główną żelaznymi płytami i wtedy zakładają rury odprowadzające. Ale to nie zawsze się udaje. Zdarza się czasami, że strumień ropy rozerwie pokrywę, w jednej chwili rozbija całą wieżę i w postaci olbrzymiego słupa, do stu metrów wysokiego, tryska w górę, zalewając całe otoczenie. W takich razach chwytają naftę w odpowiednie zbiorniki, do których spływa ona rurami i rowkami.

Oczywiście, że takie wytryski nafty najwięcej zysku przynoszą przedsiębiorcy; ale też narażają go na niebezpieczeństwo pożaru. Ropa wytryskując rozbija się na drobnutki pył, który

unoszą się daleko i przy najmniejszej nieostrożności zapala się. Biada kopalni, którą nawiedzi pożar. Olbrzymie płomienie ognia, niby piekielne języki, wydobywają się z głębi ziemi; kłęby czarnego dymu, jak groźne chmury, unoszą się ku niebu, zasłaniając prawie słońce. Rozpalona ziemia pęka, nie pozwalając zbliżyć się do miejsca klęski. Wszelka obrona jest niemożliwa. Trzeba rozszalały żywioł zostawić samemu sobie, póki zapas nafty nie wypali się doszczętnie. Stokroć gorzej, gdy pożar rozszerzy się na inne szyby, gdy obejmie większą przestrzeń. Wtedy cała kopalnia zamienia się w jedno morze ognia, które trawi i obraca w perzynę wieże wiertnicze, budynki, maszyny, ludzi, wszystko, co napotka na drodze. W roku 1902 było parę takich pożarów w Borysławiu w Małopolsce; często słychać o takich pożarach w Baku i w innych miejscach.

Wracajmy jednak do naszej ropy, którą wydobyliśmy z głębi ziemi, a która jednak nie jest jeszcze naftą. Ropę należy najpierw uwolnić od kamieni, wody i mułu, a odstała już ciemna, jednolita ciecz oczyszcza się przez destylację.

Destylarnie nafty znajdują się zawsze w pewnej odległości od właściwej kopalni, w pobliżu torów kolejowych. Przejeżdżając przez Małopolskę, często widzi się zdalą budynki z wielkimi kominami i napisem: »Destylarnia nafty«.

Dawniej ropę z kopalni przewożono do destylarni w beczkach. Dziś odbywa się to rurami żelaznymi, ciągnącemi się nieraz kilka kilometrów pod ziemią i prowadzącemi ropę z kopalni. Silne pompy parowe czerpią ropę ze zbiorników kopalni i przepędzają ją rurami do destylarni. Tutaj wlewa się ona do kotłów żelaznych, ogrzewanych ogniem i parą wodną. Ogień ogrzewa kotły z dołu, a para wodna, bardzo gorąca, wchodzi do wnętrza kotłów, miesza się z naftą, ogrzewając ją jeszcze bardziej i prędzej.

Pod działaniem ciepła ropa zaczyna się zamieniać w parę. Nie jest to jednak odrazu para naftowa. Trzeba wiedzieć, że ropa jest mieszaniną różnych ciał, zawierających w swym składzie węgiel i wodór. Jedne z tych ciał ulatniają się z ropy w niższej temperaturze, inne w wyższej. Najpierw ulatnia się

i skrapla w osobnych oziębianych zbiornikach **ligroina**, której i u nas dawniej używano do palenia. Potem ulatnia się **benzyna**, ciecz używana do lampek benzynowych, do motorów samochodów, do czyszczenia z plam tłuszczowych i do innych celów. Dalej ulatuje właściwa **para naftowa**. Wreszcie zostają gęste **odpady naftowe**, które idą na smary do maszyn, do opalania maszyn parowych i parowozów, a także do wyrobu parafiny na świece, oliwy do palenia, waseliny, używanej na maści lekarskie, do otrzymania gazu świetlnego, smoły naftowej, czyli gudronu, i wielu innych ciał. Podobne ciała daje nam również przez destylację **wosk ziemny**, miękka, do wosku podobna masa, którą kopie się w ziemi w sąsiedztwie nafty.

Siedząc przy lampce naftowej i czytając tę książkę, przypomnijcie sobie, jakie to koleje przejść musiał ten płyn palny, zanim się ciężką pracą robotnika z głębin ziemi dostał do waszej lampki, i ile to ciał pożytecznych pozwala nam nauka otrzymywać z tego prawdziwego skarbu, jakim jest nafta.

Asfalt jest ciałem do smoły podobnem. Jest on czarny, dość miękki; na ogniu łatwo się topi, a w zetknięciu z nim zapala się, płonąc mocno i wydając wiele dymu. Posiada prztem właściwy sobie zapach, po którym łatwo go odróżnić od zwykłej smoły. Skład asfaltu jest podobny do nafty. Znajduje się on zwykle w pokładach naftowych. Jest w Azji wielkie jezioro, zwane Morzem Martwym, gdzie asfalt wydostaje się z dna i, zastygłszy, pływa całemi płatami po wodzie, gdyż jest od niej lżejszy. W Ameryce Środkowej na wyspie Św. Trójcy (Trinidad) znajduje się tak zwane »jezioro asfaltowe«— kotlina wypełniona asfaltem, który wypływa z jej środka w stanie gorącym.

Używamy asfaltu przedewszystkiem na wyrób papy, czyli tektury dachowej. Jest to tektura papierowa, rodzaj grubej bibuły, nasyczonej roztopionym asfaltem, pomieszanym z piaskiem. Taka papa niełatwo się zapala i trudno się pali, dlatego używa się jej do krycia dachów.

Przy budowie domów murowanych dobrze jest na wierzchu fundamentu położyć grubą na palec warstwę roztopionego asfaltu; ta dzieląca fundament od murów warstwa nie przepuszcza wyżej do murów wilgoci gruntowej.

Przy stawianiu budynków drewnianych, płotów, sztachet i t. p. dobrze jest dolne zakopane w ziemi części drzewa smarować asfaltem, który chroni drzewo od szybkiego gnicia.

W dużych miastach używają asfaltu na chodniki i bruki, mieszając go ze żwirem. Chodniki asfaltowe mają dużą wartość, ale jezdnie asfaltowe psują się łatwo.

Bursztyn z pozoru niczem nie przypomina węgla ani innych ciał zawierających węgiel; dość jednak potrzymać go w ogniu, żeby się przekonać, że jest to materiał zawierający węgiel, pali się bowiem płomieniem, wydzielając wielką ilość sadzy i wydając mocny, właściwy sobie zapach.

Jest to ciało dość twarde, żółte lub żółtawo-białe, często z jasnymi żyłkami, niekiedy bywa zupełnie przezroczysty i wówczas najbardziej przypomina kalafonję drzewną lub żywicę.

Rzeczywiście, bursztyn jest stwardniałą żywicą pewnego gatunku sosny, która niegdyś w obfitości rosła nad brzegami morza Bałtyckiego i Niemieckiego i wogóle na dzisiejszem pomorzu bałtyckiem. Że to jest prawda, dowodzi najpierw palność bursztynu, a także to, że często można dostrzec w nim zasklepienie muszki i inne owady, liście, kawałki kory i t. p. części roślin.

Bursztyn w postaci kawałków nieforemnych, zaokrąglonych, do wielkich kropel podobnych, w obfitości znajduje się dotąd w piaskach na wybrzeżu pomorskiem, skąd wypłókuja go fale morza i wyrzucają na brzegi. Piękne bryły bursztynu kopią często na Kurpiach w Łomżyńskim.

Najwięcej jednak bursztynu znajdują w morzu Bałtyckiem, gdzie wyławiają go wraz z mułem morskim i wodorostami. Są nurkowie, którzy zajmują się połowem bursztynu

z dna morza; a mieszkańcy nadbrzeżni, korzystając z silnego wiatru, dmącego ku brzegowi, wydostają bursztyn z wodorostów wyrzuconych przez fale.

Najczęściej kawałki bursztynu bywają niewielkie, czasami jednak spotykają się bryły po kilka kilogramów wające. W skarbcu pruskim znajduje się podobno bryła bursztynu długa na łokieć. Oceniono ją na trzydzieści tysięcy złotych.

Z bursztynu robimy paciorki, cygarniczki i t. p. rzeczy; drobne kawałki dodają się do kadzideł kościelnych lub idą na wyrób laku do pieczętowania listów.

Bursztyn posiada jeszcze jedną osobliwą własność: jeśli go potrzemy o sukno i zbliżymy do lekkich przedmiotów, np. do kawałków papieru, słomek i t. p., to kawałki owe przyskakują do bursztynu, jakby przyciągnięte. Przyciąganie to odbywa się za sprawą energii (siły) elektrycznej, która powstaje w bursztynie z powodu tarcia o wełnę. Dziwną tę własność bursztynu znali jeszcze Grecy starożytni i sądzili, że bursztyn posiada duszę, która budzi się w nim za potarciem. Z tego powodu, jako też z powodu rzadkości bursztynu, który sprowadzali zdaleka, cenili go na wagę złota i uznawali za drogi klejnot.

Późniejsze badania wykryły, że ta sama energia, co w bursztynie, budzi się także za potarciem w smole twardej, żywicy, szkle i innych ciałach. Na pamiątkę zaś, że po raz pierwszy wykryto ją w bursztynie, który po grecku nazywa się »elektron«, siłę ową do dziś dnia nazywają elektryczną, albo wprost elektrycznością.

XVIII. Ż e l a z o.

Był czas, kiedy ludzie nie znali zupełnie **żelaza**. I było to nawet nie tak bardzo dawno. U nas naprzykład nie dalej, jak przed tysiącem lat, nie używano wcale żelaza, a młoty, toporki, nawet piły i noże wyrabiano bądź z ostrych kawałków krzemienia, bądź z krzemieni sztucznie łupanych a potem sto-

sownie szlifowanych*). Nieraz takie narzędzia i broń kamienną zdarza się wykopywać w bardzo starych grobowcach, na pogańskich cmentarzyskach.

Dotąd są plemiona dzikie, które jeszcze używają narzędzi kamiennych, np. Australczycy i Peszerowie z Ameryki Południowej.

Starożytni Grecy używali niegdyś mieczów, tarcz i hełmów miedzianych lub brązowych.

Wogóle można przyjąć, że wprowadzie tu i ówdzie na ziemi znano żelazo na parę tysięcy lat przed narodzeniem Chrystusa, ale powszechne jego użycie nie jest starsze nad 2000 lat. Przytem dopiero w czasach najnowszych żelazo znajduje coraz więcej zastosowań; to też czasy obecne nazywamy nawet »wiekiem żelaza«.

To, że ludzkość względnie niedawno poznała się z żelazem, tłumaczy się tem, iż żelazo czyste, czyli metaliczne, prawie się nie spotyka na powierzchni ziemi. Jest wprowadzie ogromna ilość tak zwanych **rud żelaznych**, to jest związków żelaza z innemi ciałami, ale z tych rud trzeba było dopiero nauczyć się otrzymywać żelazo czyste.

Jak się to robi, opowiemy dalej, a tymczasem poznajmy własności **żelaza metalicznego**, sztucznie otrzymywanego z rud żelaznych.

Znamy je w trzech głównych postaciach: jako **surowiec**, czyli żelazo lane, jako **żelazo kute i stal**.

Jakikolwiek gatunek żelaza weźmiemy, zawsze jest to ciało barwy szarej, po wygładzeniu błyszczące, ciężkie; bryła żelaza wielkości szklanki waży tyle, co 8 szklanek wody. Przy uderzeniu wydaje odrębny dźwięk bardzo wyraźny i głośny jest on w uderzeniu stali. Twardość żelaza jest tak znaczna, że rysować go można tylko najtwardszemi kamieniami, jak krzemień lub djament. Szczególnie twarda jest stal hartowana, to jest mocno ogrzana i potem oziębiona raptownie w zimnej wodzie.

*) Patrz w rozdziale »O piasku«, a także w książce: »Pogadanki o życiu i rozwoju ludzi przedhistorycznych« F. Popławskiej (cena w oprawie zł. 2 gr. 20).

Żelazo lane ma budowę ziarnistą, to też dość łatwo się kruszy za uderzeniem. Najłatwiej kruszy się surowiec. Uderz mocno stary garnek żelazny kamieniem, a zrobisz w nim dziurę. Stal hartowana odznacza się wielką sprężystością, to znaczy, że po zgięciu powraca do dawnego położenia. Dobrą szablę stalową można nagiąć końcem do rękojeści, a jednak wyprostuje się ona w zupełności. Dalej, posiada żelazo moc, tęgość na wszelki ucisk, co wraz z twardością stanowi niezmiernie ważną własność jego praktyczną. Na wyrób różnych rzeczy, które mają być twarde i mocne, używamy właśnie żelaza.

Weź gruby drut z żelaza kutego i spróbuj go naginać. Pójdzie ci to niełatwo. Ale ogrzej go mocno pośrodku, a zegniesz go z łatwością, bo w ogniu żelazo mięknie; wtedy łatwo je kuć, spłaszczać, wyciągać w druty. Tę własność nazywamy kowalnością i ciągliwością żelaza.

Żelazo w ogniu mięknie do tego stopnia, że daje się na gorąco skuwać razem. Gdy kowal chce skuć z sobą dwa końce obręczy, rozgrzewa je do białości, składa razem i silnie uderza młotem.

W ogniu jeszcze mocniejszym, mającym około 1550 stopni, żelazo topi się zupełnie na ciecz gęstą, ognisto-białej, osłepiającej barwy. Taka ciecz żelazna po ostygnięciu daje znowu stałe żelazo, ale przytem zachowuje postać naczynia, w które została wlana. Na tej zasadzie robią się odlewy żelazne.

W ogniu część żelaza spala się, łącząc się z tlenem powietrza na czarny proszek. Rzuć na płomień nieco drobnych opilków żelaznych, a spalą się w postaci pięknych ognistych gwiazdek.

W gorącym takim, jakie jest w głębi wulkanów, żelazo nie tylko się topi, ale nawet zamienia się w parę żelazną. A więc nawet żelazo może przybierać trzy stany: stały, ciekły i lotny, zależnie od temperatury.

Dowiedzieliśmy się tedy dotąd, że żelazo jest twarde, mocne, niekiedy kruche; że jest sprężyste lub giętkie, kowalne i ciągliwe; na ogniu mięknie, a nawet roztopia się i paruje, a w ogniu może się spalić.

Wiadomo dalej, iż żelazo łatwo się psuje. Gwóźdź żelazny, klucz, nóż, długo nieużywane, rdzewieją, pokrywają się brunatno-czerwonym proszkiem, zwanym **rdzą**. Zczasem cały przedmiot żelazny zmienia się w kawał rdzy: rdza, jak mówimy, przegryza żelazo.

Co to jest rdza? skąd ona powstaje?

Rdza jest połączeniem żelaza z tlenem powietrza i z wodą. Rdza nie osiada na żelazie, ale tworzy się z tego żelaza przez połączenie chemiczne tlenu i wody z żelazem.

Gdybyś zważył dokładnie gwóźdź żelazny, zapisał sobie jego ciężar i zostawił go na wilgotnej ziemi, aby dobrze zardzewiał; gdybyś następnie ten gwóźdź zardzewiały znowu zważył: okaże się, że się ciężar jego powiększył. Musiał się powiększyć, bo przybyło teraz trochę tlenu i wody, które połączyły się z żelazem gwoździa.

Wiedząc o tem, dlaczego żelazo rdzewieje, chronimy je od tego malując je np. farbą olejną, która odgradza żelazo od wilgotnego powietrza. Albo też pokrywamy np. blachę żelazną warstewką cyny lub cynku, które nie dopuszczają do rdzewienia. Nawet dobre wygładzenie chroni od rdzewienia; szczególnie stal wypolerowana trudno pokrywa się rdzą.

Ale nie tylko z tlenem i wodą żelazo łatwo się łączy.

Weźmy trochę proszku z siarki i nacierajmy nim klucz żelazny: klucz prędko poczernieje. Jeszcze łatwiej szernieje, jeśli go obsypiemy siarką i ogrzejemy nad lampą spirytusową. Ten czarny proszek, którym się żelazo pokryje, będzie związkiem żelaza z siarką. Gdy długo przepalamy kawałek żelaza z siarką, to wszystko żelazo łączy się z siarką i daje czarną kruchą masę, niepodobną ani do żelaza, ani do siarki.

Jeszcze parę prób możemy zrobić.

Nalewamy do kolby mocnego kwasu, np. kwasu solnego lub siarczanego, wkładamy tam drobne kawałki żelaza i ostrożnie od dołu ogrzewamy. Wkrótce zobaczymy, że dokoła kawałków żelaza zaczęną się ukazywać pęcherzyki gazu, żelazo zacznie się kręcić, podskakiwać, kawałki jego będą się zmniejszały, a w końcu znikną, rozpuszczą się. Zato kwas stanie się żółtym lub

zielonym. Cóż się tutaj stało? Oto żelazo połączyło się z kwasem i dało nowe ciało.

Odparujmy kwas solny, w którym rozpuściliśmy żelazo: pozostanie wtedy ciemno-brunatna masa, t. zw. **chlorek żelaza**. Po rozpuszczeniu żelaza w kwasie siarkowym otrzymamy zielony **koperwas żelaza**, czyli **siarczan żelazowy**, ten sam, który sprzedają w aptekach, np. do czernienia skór.

Ciała otrzymane z połączenia żelaza z jakim bądź kwasem zowią się **solami żelaza**.

Sole żelaza mają tę ważną własność, że rozpuszczają się w wodzie; dlatego to w wodach gruntowych zawsze zawiera się żelazo, niekiedy nawet w dużej ilości. Żelazo zaś wolne, t. j. niezłączone chemicznie z innymi ciałami, w wodzie się nie rozpuszcza. Woda zawierająca dużo soli żelaza zowie się żelazistą. Woda żelazista służy często za lekarstwo; to też w miejscach, gdzie taka woda wytryska obficie z pod ziemi, powstają zakłady lecznicze.

U nas źródła lecznicze żelaziste znajdują się np. w Nałęczowie i Sławinku pod Lublinem, w Krynicy, Żegiestowie i innych miejscach. Bardzo często możemy spotkać wodę studzienną czy źródlaną ze smakiem żelazistym. Poznać ją łatwo, bo na powierzchni takiej wody żelazistej zwykle tworzy się rdza, która potem opada na dno.

Wody łąkowe i jeziorne zawierają często tyle żelaza, że rdza żelazna osiada w nich w dużej ilości. Kto polował na łąkach, ten wie, że pełno na nich rdzy, która brudzi ubranie na rudo, stąd myśliwi łąki zwykle »rudą« nazywają; »iść na rudę« — to znaczy iść polować na łące bagnistej. Na takich łąkach najlepiej lubią przebywać kszyki i dubelty.

Okazuje się z powyższego, że żelazo bardzo łatwo się łączy chemicznie z tlenem powietrza, z wodą, siarką i różnymi kwasami: dlatego to na powierzchni ziemi prawie niema żelaza wolnego, a tylko różne jego związki, czyli połączenia chemiczne żelaza z innymi ciałami. Jednakowoż tu i ówdzie znaleziono na ziemi bryły rodzimego wolnego żelaza. Bardzo niewiele ich jest pochodzenia ziemskiego, czyli że wydobyły się

z głębin ziemi przez wybuchy; przeważnie zaś są to bryły spadłe na ziemię z przestrzeni gwiazdnej.

Nie możemy się tutaj bliżej nad tą ciekawą sprawą zatrzymywać, ale znana to rzecz, że na ziemię bardzo często spadają z przestworzy drobne pyły i kamyki, a niekiedy nawet duże bryły kamienne.

Podobne kamienie, zwane w nauce meteorami, bolidami, aerolitami, spadły np. u nas w r. 1868 pod Pułtuskim.

W Brazylii znane są dwa takie bolidy, spadłe z nieba: jeden ważący 2380 kilogramów, a drugi 7330 kilogramów.

Wszystkie takie kamienie spadłe z nieba składają się albo z samego prawie wolnego żelaza, albo z żelaza pomieszanego z różnemi jego połączeniami, a także z różnemi minerałami kamienistemi, takimi samemi, jakie znamy pospolicie na ziemi, lub niewiele tylko różniącemi się od nich.

Mieszkańcy wyspy Grenlandji (w Ameryce Północnej) i Madagaskaru (w Afryce wschodniej) oddawna używali narzędzi i broni żelaznej, którą wyrabiali z żelaza, spadłego z nieba w postaci bolidów. Wszelkie te na naszą ziemię spadające bryły żelaza pochodzą z innych ciał niebieskich, poruszających się w przestworzach tak, jak ziemia.

W każdym razie ilość żelaza niebieskiego jest tak nieznaczna, że nie posiada dla nas żadnego znaczenia, a całą olbrzymią ilość żelaza niezbędnego w życiu codziennem w przemyśle ludzkość czerpie z rud żelaza.

Najprostsza ruda żelaza, która spotyka się u nas bardzo często, jest **ruda błotna** lub **jeziorna**. Jest to skała niekiedy twarda, innym razem krucha i sypka, barwy jasno-rdzawej lub ciemno-rdzawej. Składa się z żelaza, tlenu i wody.

Różne odmiany rudy o podobnym składzie noszą ogólną nazwę **żeleziaków brunatnych**. Żelaza jest w żeleziaku brunatnym do 70 procentów, używa się więc na wyrób żelaza wolnego, a oprócz tego na farbę żółtą (ochra żółta).

Drugą często spotykaną rudą krajową jest **żeleziak czerwony** (hematyt). Składa się on tylko z żelaza i tlenu. Barwy jest ciemno-wiśniowej; kresa po nim jest czerwona, jak również proszek z tej rudy. U nas żeleziak czerwony po-

spolity jest w Piotrkowskiem i Kieleckiem; znajduje się też na Śląsku, tworząc grube gniazda i pokłady wśród innych skał.

Najbogatszą ze wszystkich rud jest **magnetyt**, czyli **żeleziak magnetyczny**. Zowie się tak dlatego, że kawałki jej przyciągają żelazo, tak samo jak przyciąga je magnes sztuczny, jaki w każdym sklepie żelaznym kupić można za niewielką cenę. Gdy magnetyt zbliżymy do drobnych kawałków lub opiłków żelaznych, przyskakują one do niego i przylegają z powodu działania pewnej siły, którą nazywamy magnetyczną i która jest pokrewna z elektrycznością.

Magnetyt jest barwy ciemno-szarej lub czarnej. Zawiera do 80 procentów żelaza. Znajduje się w ziemi w ogromnych pokładach, które gdzieś tam w postaci całych gór wystają nad powierzchnię ziemi. Tak w Szwecji słynne są góry: Helliwar i Taberg, a w Rosji na Uralu Błagodot, Kaczkanar i Magnitnaja, złożone z magnetytu. Powiadają, że gdyby na świecie zostało tylko tyle żelaza, co w górze Helliwar, to starczyłoby go jeszcze dla całej ziemi na kilka tysięcy lat. Góra Błagodot, sama jedna dostarczała 50 milionów kilogramów żelaza rocznie.

Z innych rud żelaza zasługują na uwagę: **spat żelazny**, który zawiera dwutlenek węgla, i piryt. Piryt jest bardzo ładny: są to kryształy jakgdyby mosiężne, pięknie połyskujące. Piryt jest ciałem składającym się z żelaza i siarki. Nie nadaje się on na wytapianie żelaza, ale zato używamy go na wyrób kwasu siarkowego.

Prawie każdy kraj ma mniej lub więcej obfite pokłady rud żelaza. U nas znaczne pokłady żeleziaków brunatnych i czerwonych ciągną się w różnych miejscach w Radomskiem, Piotrkowskiem i Kieleckiem. Anglja, Rosja, Belgja, Stany Zjednoczone Ameryki Północnej słyną z ogromnych ilości rud żelaza.

Wydobywanie rudy żelaza odbywa się podobnie, jak innych kopalin.

Gdzie ruda dochodzi do powierzchni ziemi, tam wylamuje się ją stopniowo, prowadząc roboty »na odkrywkę«, to jest pod niebem, piętrami, czyli ustępami.

Gdy ruda leży głębiej, zakłada się kopalnię z szybami, windami, chodnikami i komorami podziemnymi, zupełnie tak samo, jakśmy to widzieli w kopalni węgla lub soli.

Z kopalni ruda idzie do huty żelaznej, gdzie działaniem węgla i gorąca wytapiają z niej żelazo.

Najważniejszą częścią huty żelaznej są **wielkie piece**.

Zdala »wielki piec«, zbudowany z żelaza i cegły ogniotrwałej, wygląda jak ogromna wieża, do 20 metrów wysoka. Szerokie wejścia prowadzą do spodu pieca. Z boku dochodzą ogromne rury dysz parowych, wdmuchujących gorące powietrze. Nad piecem unoszą się kłęby dymu i coraz wybiegają wysoko języki ognia. Szczególniej w nocy widok huty żelaznej, gdzie pracuje kilka pieców, jest wspaniały. Czernieją one zdala jak ucięte stożki wulkanów, nad którymi kłębią się dymy, wylatują tysiące iskier i płomieni, wywołując szerokie łuny na ciemnem niebie.

Wielki piec składa się z części górnej, rozszerzonej, którą napełnia się ruda, i dolnej zwężonej, gdzie się zbiera wytopiony surowiec. Ściany pieca są podwójne; pomiędzy nimi znajduje się przerwa, przez którą nieustannie przepływa ogrzane powietrze. U dołu jest rura od dysz, wdmuchujących powietrze, również ogrzane. Z drugiej strony znajduje się zasuw żelazna, po jej usunięciu żelazo wypływa z pieca.

Piec taki trzeba przedewszystkiem rozpalic. Praca to niełatwa, trwająca parę miesięcy dzień i noc. Raz rozpalony piec, doprowadzony do 1200 stopni temperatury, musi się palić nieustannie; zagaśnięcie wielkich pieców to zatrzymanie się huty na długi czas. Do rozpalenia pieca używa się węgla kamiennych lub drzewa.

Skoro piec dostatecznie jest gorący, zaczyna się wypełnianie rudą. Dla łatwiejszego zrozumienia, przypuśćmy, że ta ruda jest brunatny żeleziak, który składa się, jak wiemy, z żelaza, tlenu i wody, a oprócz tego zawiera zwykle różne domieszki gliny, krzemionki i t. p. Żeby z takiej rudy otrzy-

mać żelazo, trzeba usunąć z niej wszystkie inne ciała. Jedne z nich usuwamy zapomocą węgla, a inne zapomocą t. zw. topnika, to jest masy, złożonej z gliny i wapna. Wiadomo, że piasek, zmieszany z gliną i wapnem, dość łatwo wytapia się i daje szkło. Jeśli więc ruda zawiera dużo krzemionki, dodajemy do niej gliny i wapna; jeśli ma dużo gliny, dodajemy piasku z wapnem.

Sypią tedy robotnicy z góry najpierw pewną ilość tacek węgla (drzewnego lub koksu); potem sypią znów warstwę rudy, pomieszanej z topnikiem, potem warstwę węgla, na nią warstwę rudy i t. d. naprzemian aż do samego wierzchu. Rudę, topnik i węgiel na wierzch pieca dostawiają osobne windy parowe. Pod wpływem mocnego gorąca i stykania się z węglem ruda zaczyna się rozkładać. Tlen z rudy łączy się z dodanym węglem i daje dwutlenek węgla, który ulatuje z pieca, a z nim razem ulatnia się woda; domieszka gliny, piasku i innych ciał stapia się z dodanym topnikiem i daje płynną masę szkła, zwanego **żużlem**; który spływa na dół, na spód pieca.

Z całej rudy pozostało wolne żelazo, które topi się na ciecz i również spływa do dolnej części pieca. Ale żelazo jest znacznie cięższe od żużla, więc zbiera się na dnie, a na jego powierzchni unosi się lżejsza masa roztopionego żużla.

Co pewien czas robotnik otwiera rurę boczną i żużel ten wypuszcza do wózków, które odwożą go na bok i wyrzucają na ziemię. Tutaj żużel stygnie, dając masę zielonawą lub czarną, dziurkowatą, podobną nieco do lawy z wulkanu. Dawniej żużle usuwano z huty jako odpadki, wyrzucano je na drogi i t. p. Potem okazało się, że w żużlach żelaznych zawiera się często znaczna ilość związków fosforu, mogących służyć za pożywienie roślinom. Zaczęto więc żużle mleć na proszek i sprzedawać rolnikom pod nazwą żużli Tomasa, czyli tomasyny (»tomasówki«). Jest to wyborny nawóz pod wszelkie płody rolnicze. Tak samo jak żużle, co pewien czas z dolnej części pieca wypuszcza się roztopiony, płynny surowiec.

Piękny to widok, gdy za otwarciem pieca wylewa się z niego do podstawionych tyglów ognisty strumień rozgrzanego do białości żelaza. Słychać przy tem jakiś głuchy dźwięk,

a z płynnej masy coraz wyskakują iskry ogniste, migając niby wielkie gwiazdy w powietrzu. »Na bok! na bok! ostrożnie!« — rozlega się na wszystkie strony. Usuwamy się więc z drogi robotnikom, dzwigającym tygle z roztopionym surowcem, i idziemy za nimi dalej do odlewni.

Jeśli chodzi tylko o przygotowanie surowca prostego, który ma iść do dalszej przeróbki, to robotnicy wylewają roztopione żelazo do długich, w mokrym piasku zrobionych rynienek i zagłębień, które wypełnia surowiec; zastygły daje półokrągłe, płaskie pod spodem bryły żelaza surowego, które kolejami czy wozami odstawiają do właściwych fabryk żelaznych.

Jeśli trzeba przygotować odlew żelazny, czyli przedmiot odlany z surowca, co odbywa się zwykle nie w hucie, ale w fabryce żelaznej, to postępują inaczej.

Najpierw w rysowni fabrycznej przygotowują ściśły rysunek przedmiotu, który ma być odlany, np. koła trybowego lub innej części maszyny; do rysunku dodane są dokładne wymiary przedmiotu.

Podług tego rysunku i wymiarów w modelarni fabrycznej stolarze wyrabiają ten przedmiot z drzewa. Robią np. koło trybowe drewniane. Nazywa się to modelem.

Teraz model idzie do odlewni, gdzie podług niego robią formę wklęsłą w wilgotnej ziemi, pomieszanej z gliną i proszkiem grafitowym. Do każdego prawie przedmiotu formę przygotowuje się inaczej. Przedmioty proste, np. lane drzwiczki do pieca, odciskają się w ziemi jak pieczętka w laku, pozostawiając odpowiednie zakłębnięcia. Przedmioty z dwóch stron wypukłe odciskają się dwukrotnie: jedna połowa w jednej formie, a druga w drugiej. Obie formy mają zwykle postać dwóch skrzynek żelaznych bez wieka, napełnionych ziemią; po włożeniu i wyjęciu modelu drewnianego w każdej skrzynce zostaje wklęsła przestrzeń, odpowiadająca połowie modelu. Gdy złożymy razem obie połówki formy, to wewnątrz będzie pusta przestrzeń, którą przedtem zajmował cały model.

Na odlewy delikatniejsze surowiec najpierw przetapiają jeszcze raz, oczyszczają i dopiero nalewają go w formy.

Z surowca wyrabia się żelazo kute i stal.

Prócz tych własności, które podaliśmy wyżej, surowiec, żelazo kute i stal różnią się od siebie zawartością węgla. Należy bowiem zauważyć, że przy wytopianiu żelaza z rudy pewna ilość węgla wprost stapia się z żelazem, rozpuszcza się w nim, jak cukier w herbacie lub kawie, i pozostaje w nim, gdy żelazo zastygnie.

W stu częściach surowca zawiera się około czterech części węgla; żelazo kute zawiera węgla bardzo mało, bo najwyżej pół części węgla na sto części żelaza; stal zaś jest niejako gatunkiem pośrednim pomiędzy surowcem, czyli żelazem lanem, a kutem, sto bowiem jej części zawiera węgla od połowy do półtorej części. Ta niewielka zawartość węgla w żelazie nadaje mu różne własności.

Żeby z surowca otrzymać żelazo kute, trzeba surowiec pozbawić węgla. Robi się to, ogrzewając go jeszcze raz mocno przy ciągłym dostępie powietrza. Wtedy tlen powietrza łączy się z węglem surowca i ulatnia się jako dwutlenek węgla, a pozostaje prawie czyste żelazo. Żelazo to idzie pod wielki młot, poruszany parą, gdzie odkuwa się w zbitą, spoistą masę.

Z pod młota żelazo kute przechodzi pod walce, to jest pomiędzy wały stalowe, obracane maszyną. Tutaj spłaszcza się ono w blachy, albo wyciąga w sztaby i druty. Niezmiernie pouczający jest widok takiego walcowania sztab żelaznych.

Oto na wózku dwukołowym podwożą robotnicy grubą, niezgrabną, rozżarzoną do czerwoności bryłę żelaza, dopiero co odkutego młotem. Bryłę tę inni robotnicy chwytają olbrzymiemi kleszczami i wkładają pomiędzy dwa walce z dużemi odstępami. Zgrzytnęły koła, zaskrzypiały walce — i oto bryła żelazna, zgnieciona, ściśnięta przez nie, wysuwa się z drugiej strony dłuższa, a cieńsza, niż była przedtem.

Znowu chwytają ją kleszcze, znów wkładają pomiędzy walce o mniejszych odstępach. Bryła wałkuje się teraz w grubą a długą sztabę. Przeszedłszy przez odpowiednie walce, wychodzi z nich wreszcie, jak wąż ognisty, długi a cienki, sztaba żelazna grubości takiej, jaka jest potrzebna.

Dalsza obróbka żelaza kutego należy już do tokarzy, kowali, blacharzy, ślusarzy i innych rzemieślników, którzy bądź

ręcznie, bądź zapomocą mechanicznych, parą lub elektrycznością poruszanych młotów, dłót, pilników, nożyc i t. p., wyrabiają z żelaza kutego tysiące rzeczy pierwszorzędno gożytku.

Z surowca wyrabia się także stal. Ponieważ zawiera ona mniej węgla, niż surowiec, ale więcej, niż żelazo kute, można ją przeto otrzymać z surowca, odjawszy mu tylko część węgla. Sposobów na to jest wiele, opisywać ich jednak tutaj nie będziemy. Wspominamy tylko, że można stal otrzymać i z żelaza kutego, stapiając je z odpowiednią ilością węgla.

Stal świeżo wytopiona jest miękka i wybornie odlewa się w formach. Stal hartowana, to jest raptownie oziębiona po mocnem rozgrzaniu, staje się bardzo twarda i sprężysta.

Używamy stali na igły, brzytwy, broń sieczną, lufy do strzelb i armat, na kosy, lemiesze, siekiery, pilniki, dłóta i t. p. przedmioty.

Żaden metal nie daje tyle gożytku, co żelazo. Od maleńkiej, jak włoszek cienkiej sprężynki w zegarku aż do kolei żelaznych, parowozów, parostatków i wszelkiego rodzaju machin — wszystko zrobione jest z żelaza i zapomocą żelaznych narzędzi. Z tego względu jest to najcenniejszy ze wszystkich metali. Jeśli jaki możnaby nazwać »królem metali«, to nie srebro, nie złoto, lecz szare, prawdziwie drogocenne żelazo. Ono jest tym wielkim skarbem, któremu zawdzięczamy dzisiejszy stan naszej cywilizacji. Odejmiemy człowiekowi obecnemu żelazo, a stanie się on napowrót dzikusem.

Nietylko jednak przemysłowe gożytki mamy z żelaza. Ciało to ma wogóle w przyrodzie bardzo doniosłe i powszechne znaczenie.

Badania uczonych botaników wykazały, że żelazo jest niezbędne do utworzenia się w roślinie tych drobnuteńkich ziarenek zielonych, które nadają liściom zieloność i służą im do chwywania z powietrza dwutlenku węgla. Hodujemy roślinę w ziemi pozbawionej zupełnie żelaza: liście jej będą blade, żółtawe, będzie ona chorowała na blednicę, będzie marniała i zamrze, jeśli nie poratujemy jej w porę dodaniem jakiej bądź soli żelaza. Bez żelaza w glebie rośliny nie wyrabiałyby ziar-

nek zieleni, nie mogłyby przyswajać węgla, a więc nie mogłyby istnieć.

Ciekawa rzecz, iż to samo byłoby ze zwierzętami i ludźmi. Żelazo jest niezbędnym składnikiem krwi. Człowiek mający w sobie za mało żelaza jest blady, bezkrwisty, słaby. Takiemu lekarz zapisuje jako lekarstwo wodę żelazistą, pigułki zrobione z chemicznych połączeń żelaza lub żelaziste kąpiele. Jak roślina bez żelaza nie wytwarza zielonych ziarenek w swych liściach, tak człowiek czy zwierzę bez żelaza nie wytwarza dostatecznej ilości czerwonych ciałek w krwi. Wiele ludzi choruje i umiera nawet na blednicę, jeśli we krwi ich za mało jest żelaza.

Żelazo do roślin dostaje się z wód gruntowych, które zawsze mają rozpuszczone w sobie niewielkie ilości soli żelaznych. Żelazo do krwi zwierząt i ludzi dostaje się z pokarmami roślinnymi i zwierzęcymi. Gdy we krwi jest za mało żelaza, dodajemy go w lekarstwach.

Jeszcze jedno słowo. Mówiliśmy, iż żelazo jest ciałem niezmiernie rozpowszechnionem; rudy jego widzieliśmy rozrzucone w znacznych pokładach po całej kuli ziemskiej; znajdujemy żelazo w czerwonej krwi zwierząt i ludzi. Ale na tem nie kończy się rozpowszechnienie żelaza.

Jak przekonały badania, żelazo wchodzi w skład prawie wszystkich skał ziemskich. A przytem w ogromnej ilości znajduje się ono wewnątrz ziemi, w tej rozpalonej masie, która wypełnia całe wnętrze kuli ziemskiej. Pewien podróżnik szwedzki (Nordenskjöld) podczas wyprawy na wyspę północną Grenlandję znalazł tam bryły surowca dość znacznych wymiarów. Wszystko wskazywało, że były one niegdyś wyrzucone z wnętrza ziemi podczas jakiegoś wybuchu wulkanicznego. Niektórzy uczeni sądzą, że całe rozpalone wnętrze ziemi składa się przeważnie z żelaza.

Widocznie zaś ten ważny kruszec wchodzi również w skład innych ciał niebieskich, skoro spada nam z nieskończonych przestworów świata w postaci meteorytów, bolidów i pyłu żelaznego.

XIX. M i e d ź.

Drugie miejsce wśród metali pod względem pożyteczności zajmuje miedź.

I ona posiada swoją ważną kartę w dziejach ludzkości. Wspomnieliśmy przy żelazie, że niegdyś ludzie znali tylko broń kamienną. Prawdopodobnie bardzo długo trwał ten »okres kamienny« w rozwoju człowieka. Po nim nastąpił »okres bronzowy«, gdy ludzie nauczyli się wytapiać bronz i z tego metalu zaczęli wyrabiać broń i ozdoby. A czymże jest bronz? Jest to sztuczny metal, który otrzymuje się topiąc razem na ogniu miedź z cyną.

Rozkopując stare mogiły, w jednych znaleziono tylko narzędzia kamienne; te były widocznie najstarsze, z »czasu kamiennego«. W innych znajdujemy równocześnie narzędzia kamienne i bronzowe lub miedziane: są to mogiły z tych czasów, kiedy znano już miedź i bronz, ale nie zarzucono jeszcze kamienia. Wreszcie wśród wykopalisk jeszcze nowszych nie widzimy już wcale narzędzi kamiennych, lecz wyłącznie bronzowe. Dopiero po miedzi i bronzie nastąpił »okres żelaza«.

Chcąc poznać własności miedzi, weźmy świeży pieniądz miedziany. Jest on zrobiony prawie z czystej miedzi.

Czysta miedź jest metalem pięknej czerwonej barwy z mocnym połyskiem.

Od żelaza jest ona nieco cięższa (dziewięć razy cięższa od wody), ale jest miększa, bardziej kowalna i ciągliwa, niż żelazo. Miedź można odkuwać i walcować nawet na zimno, chociaż z miedzią ogrzaną praca idzie oczywiście łatwiej.

Przez walcowanie otrzymujemy z miedzi blachy do krycia dachów, przez wyciąganie na drutownicy—drut miedziany, używany szczególnie do przyrządów elektrycznych: dzwonek, telegrafów i innych.

Włóżmy kawałek miedzi do próbowki, nalejmy kwasu i ostrożnie ogrzejmy. Ostrożnie, bo kwas i tak niszczy skórę, a rozgrzany, w razie pęknięcia próbowki, może się stać bardzo niebezpieczny. Szczególniej groźne są oparzenia kwasem siarkowym i dlatego lepiej go do doświadczeń nie używać.

Otóż z wszelkimi kwasami miedź łączy się i daje roztwory, zwykle zielonawe lub niebieskawe. Z roztworów tych przez powolne wyparowanie można otrzymać sól miedziową. Taką pięknie krystaliczną solą miedziową jest błękitny **koperwas miedziany**, czyli siarczan miedzi, używany do wytwarzania prądu elektrycznego.

Kawałek siarczanu miedzi rozpuśćmy w wodzie: otrzymamy niebieski roztwór. Wyparujmy ten roztwór — na dnie naczynia pozostanie niebieskawa sól miedziowa.

Szczyptę soli miedzi rzućmy na płomień lampki spirytusowej, a płomień stanie się zielony. Tak samo zielony staje się płomień, gdy w nim ogrzewamy wolną miedź, bronz lub wogóle cokolwiek, w czym się miedź znajduje. Pochodzi to stąd, iż miedź w płomieniu ulatnia się, a rozżarzona jej para ma kolor zielony. Po tem można łatwo odkryć miedź np. w pierścionkach tombakowych, w mosiądzu i innych ciałach.

Pieniądze miedziane są zawsze prawie ciemne, niebłyszczące. Pochodzi to poczęści od brudu, poczęści od połączenia miedzi z tlenem powietrza na czarną masę. Zetrzyjmy czemkolwiek ten czarny osad, a pod spodem znajdziemy błyszczącą czerwoną miedź. Można ten czarny osad uważać za rdzę miedzi, tak samo jak czerwono-brunatny osad na żelazie jest rdzą żelaza.

Wiadomo, że przedmioty miedziane, które długo leżały w miejscu wilgotnem, często pokryte są masą jasno-zieloną lub niebieskawo-zieloną, którą nazywamy **śniedzią**. Jest to związek miedzi z tlenem, ale z dodatkiem dwutlenku węgla i wody. Śniedź miedziana i wogóle wszelkie związki miedzi są mocno trujące; nieraz zdarzają się wypadki otrucia ludzi, którzy jedli potrawy, ugotowane w garnkach lub rondlach zaśniedziałych. Żeby rondle, brytwanny i inne naczynia kuchenne miedziane uczynić nieszkodliwymi, trzeba je powlec warstewką jakiego ciała, nie dającego szkodliwych związków. Takim ciałem jest cyna, metal srebrzysty z pozoru, z którym zapoznamy się dalej. Wtedy też opiszemy, jak się wykonywa takie cynowanie, czyli pobielanie naczyń miedzianych.

W ogniu powierzchnia miedzi czernieje lub pokrywa się

granatowym i fioletowym nalotem: Miedź topi się w temperaturze niewiele co niższej od temperatury topliwości żelaza. W formach czysta miedź odlewa się niebardzo dobrze; to też odlewy robią się zwykle ze sztucznych stopów miedzi z innymi metalami. A miedź wogóle bardzo łatwo stapia się z niem., np. z cyną, cynkiem, ołowiem.

Ze stopów tych dwa zasługują na większą uwagę: bronz i mosiądz.

Bronz, jakśmy to już mówili, jest stopem miedzi z cyną. Obydwa te metale są miękkie, ale po stopieniu dają niejako nowy metal, odmienny nieco od swych części składowych, wyborny na odlewy i twarde. Stosownie do ilości cyny i miedzi, bronz bywa różnej barwy i różnego gatunku. Mamy bronzы żółte i ciemno-brunatne. Z bronzu odlewa się posągi, świeczniki, podstawy do lamp, klamki do drzwi i okien, oraz różne drobiazgi. Piękne odlewy bronzowe są bardzo cenne. Pomniki Kopernika i Mickiewicza w Warszawie są odlane z bronzu; również z bronzu jest pomnik Grunwaldzki w Krakowie.

Odmianą bronzu jest **śpiż** na dzwony i śpiż armatni. Pierwszy w 100 kilogramach zawiera 22 kilogramy cyny i 78 kilogramów miedzi — i odznacza się donośnym dźwiękiem. Drugi w stu kilogramach ma 11 kilogramów cyny i 89 kilogramów miedzi i jest bardzo wytrzymały na parcie gazów, powstających przez wybuch prochu.

Z wyrobów bronzowych odlewanych i kutych słyną Chińczycy, Persowie i Japończycy.

Tańszy znacznie od bronzu, a bardziej rozpowszechniony i pożyteczniejszy jest **mosiądz**, metal barwy żółtej, zielonawej lub czerwonej, przypominający złoto. Jest on stopem miedzi z cynkiem.

Są różne gatunki mosiądzu. Zwyczajny, żółty, zawiera w 100 kilogramach 68 kilogramów miedzi i 32 kilogramy cynku. Robią z niego klamki do drzwi, oprawy do lamp, świeczniki, żelazka do prasowania, druty, szpilki, guziki i t. p.

Mosiądz zielony zawiera cynku więcej, niż żółty.

Mosiądz, którego sto kilogramów zawiera w sobie 15 kilogramów cynku i 85 kilogramów miedzi, ma barwę czerwona-

wo-złocistą i zowie się **tombak**. Mnóstwo rzeczy, szczególnie ozdób, robi się z tombaku, np. łańcuszki do zegarków, pierścionki, zapinki (broszki) i t. p. drobiazgi. Wszystko to początkowo błyszczy jak złoto, ale potem czernieje i okazuje swą małą wartość: nie wszystko złoto, co się świeci.

Miedź spotyka się w przyrodzie i wolna, czyli metaliczna i w postaci związków z innymi ciałami, to jest kruszców miedzi. Miedź czysta, rodzima, przedstawia się w postaci drobnych kryształków ośmiościennych, jakby zlepionych ze sobą w krzaczkowate bryłki. U nas rodzima miedź znajduje się w Miedzianogórze pod Kielcami, skąd dawniej miedź wydobywano.

Kruszców miedzi jest wiele; z ważniejszych wspomnimy następujące.

Kruszec miedzi czarny i czerwony, t. zw. kupryt. Oba składają się z miedzi i tlenu. Obficie spotykają się szczególnie w Szwecji. Oba służą do wytapiania miedzi. Mają jednak i inne zastosowania. Tak np. przez dodanie do masy roztopionego szkła proszku z czarnego kruszcu miedzi szkło nabiera barwy jasno-zielonej; dodawszy proszku z kruszcu czerwonego, otrzymują szkło czerwone.

Kruszec miedzi zielony, czyli malachit. Jest prześlicznym kamieniem zielonym, w białe paski i kółka, podobnym do marmuru. Daje się rzeźbić i polerować tak samo, jak marmur. Używa się na słupy w kościołach i pałacach, do układania ścian, na wierzchy do stolików, szklanki, figurki rzeźbione i t. p.

Bogate pokłady malachitu i innych kruszców miedzi znajdują się w górach Uralskich.

Inne kruszce miedzi, jak **błyszcz miedzi**, — zawierają siarkę, odznaczają się mocnym połyskiem i prawidłową postacią kryształów.

Obraz kopalni i huty miedzianej podobny jest do kopalń i hut żelaznych: te same wielkie piece do wytapiania miedzi,

te same kominy, składy węgla, szopy, domy mieszkalne i mieszczące w sobie biura. Setki ludzi, jak mrówki, roją się koło pieców. Jedni wyładowują kruszec i węgiel, dowożone kolejką z odległej kopalni. Inni wysypują te materiały do maszyn, które podnoszą je w górę. Tam na taczkach dowożą kruszec i węgiel do piekielnej czeluści pieca. Ówdzie wylewają wytopiony metal. Ruch, życie, pośpiech i wytężona praca — oto ogólny obraz każdej kopalni i huty, tych najważniejszych źródeł bogactwa każdego narodu.

Krajem posiadającym największe pokłady kruszców miedzi są Stany Zjednoczone Ameryki Północnej. Wytapianie miedzi odbywało się tam jeszcze na długi czas przed przybyciem Europejczyków. W pewnej miejscowości nad jeziorem Górnem koloniści europejscy przypadkiem odkryli pod pokładem odwiecznego lasu starą, zarzuconą kopalnię miedzi, w której niegdyś jeszcze czerwonoskórzy Indianie prowadzili roboty kamiennymi młotami. Młoty takie i t. p. narzędzia znaleziono w chodnikach kopalni wraz ze stertami węgla drzewnego, który służył do wytapiania miedzi.

W Hiszpanji, która również obfituje w miedź, przed paru tysiącami lat pracowici Fenicjanie kopali kruszec i wytapiali miedź, a za panowania Rzymian około 20.000 niewolników pracowało w hiszpańskich kopalniach miedzi. Dotąd spotykają się tam stare, zarzucone kopalnie, chodniki i drogi, jeszcze przez Rzymian porobione, dla łatwiejszego wydobywania i wywożenia kruszcu miedzi.

XX. O ł ó w .

Nie każdy ma bezpośrednio do czynienia z **ołowiem**, ale pośrednio wszystkim nam metal ten wielkie oddaje usługi. Naprzykład: z ołowiu z dodaniem innego metalu (antymonu) odlewają się litery, służące do drukowania książek, zwane czcionkami. Z ołowiu robi się śrut. Z ołowiu wyrabiają rury do przeprowadzania cieczy i gazów, plomby i inne znaczki na

towarach, na znak opłacenia cła, czyli podatku na granicy. Kupując paczkę herbaty, widzimy, że jest ona owinięta w papier ołowiany, żeby nie wietrzała.

Ale nie tylko wolny, metaliczny ołów przynosi nam korzyść: mamy też wiele pożytku z różnych jego związków z innymi ciałami. Tak, lichter gatunek farby białej olejnej otrzymuje się z ciała zawierającego ołów; z innego ołowiu mamy farbę żółtą i pomarańczową. Związek ołowiu z tlenem daje czerwoną minję, proszek, używany jako kit do spajania rur żelaznych, jako farba i t. d. Nawet pewne lekarstwa zawierają w sobie ołów. W aptekach sprzedają sól, zwaną cukrem ołowianym. Sól ta, z kwaśnym zapachem, po rozpuszczeniu w wodzie daje roztwór zwany wodą uśmierzającą, czyli gulardową. Używamy tej wody do okładów na guzy, stłuczenia i t. p.

Wziąwszy do ręki kawałek ołowiu, czujemy przedewszystkiem, że jest on ciężki, cięższy od żelaza. Łyżka ołowiu waży tyle, co 11 takich samych łyżek wody.

Nożem ołów kraje się łatwo, gdyż jest bardzo miękki, tak miękki, że na papierze zostawia ciemny ślad. Dlatego dawniej używano go na ołówki do pisania, i stąd właśnie pochodzi nazwa ołówków.

Ołów daje się kuć niezmiernie łatwo, za łada naciskiem rozgnięta się w blaszkę. Uderz plombę ołowianą młotkiem, a rozpląszczy się natychmiast. Przez walcowanie daje arkusze papieru ołowianego, używanego właśnie do opakowania herbaty. Przy uciskaniu szczypcami odpowiedniej formy daje plomby, jak to widzimy np. na kolei przy plombowaniu wagonów.

Czysty ołów jest barwy ciemno-szarej (ołowianej), z mocnym połyskiem. Na powietrzu jednak prędko traci połysk, pokrywając się warstewką ciemnej rdzy ołowianej.

W wodzie czystej nie rozpuszcza się, ale rozpuszcza się w wodzie zawierającej kwasy, dając dzięki temu związki, zwane solami ołowiu. Zarówno sam ołów, jak i jego związki, są truciznami. Dlatego nie należy dzieciom dawać zabawek ołowianych.

W ogniu topi się z łatwością: na łyżce blaszanej można w kilka minut stopić bryłkę ołowiu. Po stopieniu przedstawia

się jako płyn gęsty, pięknie połyskujący i oczywiście bardzo gorący. Broń Boże sparzyć się roztopionym ołowiem, bo rany są niebezpieczne. Kto przygotowuje sobie wklęsłą foremkę z gipsu lub kredy, może, zachowując należyłą ostrożność, zrobić odlew ołowiany, podobnie jak robią odlewy gipsowe, żelazne i inne. Jak wszystkie bowiem metale, ołów po zastygnięciu twardnieje napowrót, wypełniając dokładnie formę. W taki sposób robią odlewy ołowiane, jak na przykład kule, do czego służą osobne formy żelazne.

Ołów, łącząc się z tlenem, wodą i dwutlenkiem węgla, wytwarza biały proszek, czyli biel ołowianą, której używa się na wyrób białej farby olejnej. Z kwasem octowym ołów daje cukier ołowiany, albo **octan ołowiu**, o którym mówiliśmy wyżej. Kupcie trochę cukru ołowianego i rozpuśćcie go w wodzie. Do tego teraz dolejcie roztworu wodnego soli czerwonej, zwanej dwuchromianem potasu, a otrzymacie piękną farbę pomarańczowo-żółtego koloru.

Ołów spotyka się w przyrodzie dość często w postaci różnych kruszców. U nas w kraju kruszce ołowiu znajdują się w Kieleckiem w pobliżu Kielc i pod Olkuszem.

Można sztucznie otrzymać czysty ołów w bardzo pięknych kryształkach, a to w następujący sposób.

Rozpuścić łyżkę cukru ołowianego w szklance wody i w roztworze tym zawiesić kawałek czystego cynku. Po paru godzinach cynku ubędzie, a na jego powierzchni osadzą się rozgałęzione połyskujące blaszki: będą to kryształy ołowiu, które oddzieliły się od kwasu.

Wogóle jednak ołów, tak samo jak żelazo i miedź, wytapia się na mocnym ogniu z kruszców ołowiu.

Najwięcej ołowiu dostarcza Anglja i Śląsk Górny; dużo kruszców ołowiu znajduje się w Rosji, Austrii i Ameryce.

Kruszce ołowiu tworzą zwykle rozgałęzione żyły wśród skał górskich. Niekiedy żyły te mają kilka kilometrów długości i po kilka metrów grubości.

Najpospolitszym kruszczem ołowiu jest galenit, albo galena, nazywana też niekiedy **blyszczem ołowiu**. Minerał ten, z pozoru zupełnie podobny do czystego ołowiu, jest twardy,

kruchy, złożony z wyraźnych kryształów, bardzo mocno błyszczących. Jest to minerał bardzo bogaty w ołów, zawiera do 80% czystego ołowiu, a resztę siarki; galena bowiem jest to związek ołowiu z siarką. Ołów bardzo łatwo łączy się z siarką, nic więc dziwnego, że w przyrodzie mogły się wytworzyć żyły i gniazda siarczystego kruszcu ołowiu.

Posyp kawałek ołowiu siarką i zapal tę siarkę. Po spalaniu otrzymasz czarną plamę: będzie to siarczek ołowiu, ołów związany chemicznie z siarką. Otóż takim samym siarczkiem ołowiu jest galena, tylko że wytworzyła ona piękne kryształy.

W powietrzu zwykle znajduje się pewna ilość siarkowodoru, gazu cuchnącego, składającego się, jak to już wiemy, z siarki i wodoru. Ten gaz nagryza z łatwością ołów, oddając mu swoją siarkę. Dlatego to przedmioty ołowiane prędko czernieją na powietrzu.

Drugim minerałem w ołów bogatym jest **spat ołowiany**, czyli **kruszec biały**. Z pozoru przypomina on wapień krystaliczny, ale jest od niego znacznie cięższy. Jest to związek ołowiu z tlenem i dwutlenkiem węgla, czyli węglan ołowiu. U nas pod Olkuszem znajduje się głównie błyszcz ołowiany i spat ołowiany, często jeden przy drugim.

Ołów metaliczny otrzymują z kruszców przez odpowiednie wytopianie. Najwięcej ołowiu dostarcza galena; przy wyprężeniu tego kruszcu siarka spala się, a pozostaje wolny ołów.

Każdy z metali, które rozpatrywaliśmy dotąd, posiada swoją wielką kartę w dziejach ludzkości. Miedź przed tysiącami lat dała nam materiał na broń i ozdoby, pozwoliła nam porzucić kamień i wznieść się na wyższy stopień rozwoju. Żelazo dotąd nadaje pracy ludzkiej tę wielką moc, która pozwala kruszyć skały, dobywać i obrabiać wielkie bogactwa ziemi, z wielką szybkością przebywać niezmiernie przestrzenie mórz i łądów. Ołów dostarcza nam od wielu wieków morderczych kul, a od pięciuset lat materiału na jeden z najważniejszych wynalazków — na czcionki drukarskie, zapomocą których światło wiedzy i uczucia, te najwyższe skarby ducha ludzkiego, rozchodzą się pośród milionów.

XXI. C y n a .

Cyna jest tak podobna do ołowiu, że, nie znając jej dobrze, trudno ją odróżnić od ołowiu.

Oba te metale są srebrzysto-białe, błyszczące, miękkie, a przytem bardzo kowalne. Ale cyna jest bledsza od ołowiu, podobniejsza do srebra, na powietrzu prawie wcale się nie zmienia i od ołowiu jest twardsza. Można ją wprowadzić kładąc nożem, lecz pisać na papierze nie możemy.

Dalej — cyna nie rozpuszcza się tak łatwo w kwasach, nie łączy się na zimno ani z tlenem powietrza, ani z innymi gazami. Na tej zasadzie, jak mówiliśmy przy miedzi, używamy cyny do pobielania naczyń miedzianych.

Żeby zrozumieć, jak się odbywa pobielanie, najlepiej zrobić to samemu. W tym celu kupmy kawałek cyny i proszku, zwanego salmjakim. Weźmy teraz w szczypce monetę miedzianą, ogrzejmy ją nad lampką i posypmy proszkiem salmjaku. Natychmiast zacznie się wydzielać biały dym, a płomień zabarwi się niebiesko-zielonawo. Zabarwienie to pochodzi od działania salmjaku na miedź, dzięki któremu powierzchnia miedzi się czyści. O to właśnie chodziło. Teraz prętem cynowym dotykamy rozgrzanej miedzi; cyna się topi — i tę roztopioną cynę rozcieramy pakułami po górnej powierzchni monety. Roztopiona cyna przylega ściśle do miedzi i w ten sposób ją „bieli“, „pobielą“.

W taki sam lub podobny sposób pobielą się garnki i rondle miedziane, powlekając ich wewnętrzną powierzchnię cyną, a przez to chroni się od wytwarzania się trujących związków miedzi z pokarmami.

Drugą ważną własnością praktyczną cyny jest jej miękkość i kowalność. Pod działaniem silnych walców cyna spłaszcza się w cienkie blaszki, zwane papierem cynowym, czyli **folją cynową**. Taką folją cynową owijają sery zagraniczne, cukierki i czekoladę, ażeby je ustrzec od psucia się. Dzisiaj używa się w tym celu często aluminium, metalu otrzymywanego z gliny.

Trzecią własność cyny poznamy, robiąc następujące do-

świadczenie. Kawałek cyny położmy na łyżkę żelazną i trzymajmy na ogniu. Po paru lub kilku minutach cyna stopi się zupełnie na płyn srebrzysty, gęsty, przypominający roztopiony ołów, lecz bielszy. Na powierzchni tej cyny roztopionej, gorącej zaraz się zacznie tworzyć cienka warstewka żółtawa lub biaława. Jest to związek cyny z tlenem powietrza. Odgarńawszy tę warstewkę, znajdziemy pod spodem płyn czysty, mocno połyskujący: będzie to czysta cyna.

Wlejmy ostrożnie tę cynę do przygotowanej zawczasu formy, a po zastygnięciu otrzymamy doskonały odlew cynowy.

W ten sposób robią z cyny różne odlewy, jak: łyżki, miseczki, dzbanki, zabawki dziecinne i t. p.

Cyny roztopionej używa się także do lutowania, czyli spajania na gorąco żelaza, miedzi, mosiądzu.

Zanurzając ogrzaną mocno arkusze blachy żelaznej w roztopioną cynę, powlekamy obie powierzchnie blachy warstewką cyny i otrzymujemy blachę żelazną białą, taką, jakiej blacharze używają na wyroby blaszane. Podobnie cynuje się bańki na mleko. Cyna z miedzią daje, jak wiemy, różne rodzaje bronzu.

Cyna wytapia się z kruszcu, zwanego **kasyterytem**. Jest to kamień barwy ciemnej, składający się z cyny i tlenu, a zatem podobny ze składu do tego kożuszka, który tworzy się na roztopionej cynie. W 100 kilogramach kasyterytu zawiera się $78\frac{1}{2}$ kilograma cyny i $21\frac{1}{2}$ kilograma tlenu. Kawałki tego kruszcu mieszają z węglem i mocno ogrzewają. Węgiel zabiera z kruszcu tlen, a wolna cyna pozostaje i odlewa się bądź w sztaby, bądź w pręty.

Z kopalni cyny słyną w Europie: Anglja, Niemcy, Hiszpanja i Włochy. Obfite pokłady znajdują się też na wyspach południowo-wschodniej Azji oraz w Australji.

XXII. C y n k .

Innym do ołowiu podobnym metalem jest **cynk**. Wspominaliśmy już o nim przy miedzi, gdyż właśnie cynk stopiony z miedzią daje mosiądz, śpiż i tombak.

Barwa cynku jest szara, taka sama, jak ołowiu, ale z lekkim odcieniem niebieskawym; jest on przytem od ołowiu lżejszy, a twardszy. Przeciwnie niż ołów, cynk jest kruchy i po złamaniu wyraźnie ziarnisty, złożony z drobnych, błyszczących kryształów. Kuć i walcować cynk można tylko po ogrzaniu.

Cynk błyszczący, świeżo odlany lub odpolerowany, szybko traci połysk, pokrywając się białawą niejako rdzą cynkową, powstałą z połączenia się cynku z tlenem powietrza. Nazywamy to utlenianiem się cynku.

Wrzucony do wodnego roztworu kwasu, np. solnego lub siarczanego, łączy się chciwie z niemi, wydzielając z nich drobne pęcherzyki wodoru. Mówiąc o wodorze, podaliśmy właśnie sposób otrzymywania tego interesującego gazu.

Spilujmy kawałek cynku i otrzymane opiłki cynkowe wrzućmy w płomień lampki spirytusowej. Będą one się paliły, dając białe płomyki. Dowodzi to, że cynk spala się łącząc się z tlenem. Nad piecami, w których wytapia się cynk w hutach widać zawsze białe dymki i płomienie, pochodzące ze spalania się części cynku. Biały proszek, tworzący się przy tem, zowie się tlenkiem cynku i pod nazwą pudru cynkowego używa się w aptekach do zasypywania odparzeń skórnych, jako środek odkażający (dezynfekcyjny).

Cynk czysty używa się przeważnie na blachy do krycia dachów, na miary kwartowe i garncowe, na naczynia do mleka i t. p. Blacha cynkowa droższa jest, niż żelazna, ale mniej psuje się na powietrzu i nie potrzebuje malowania farbą olejną. To też przygotowują także blachę żelazną cynkowaną na powierzchni, to jest pokrytą cienką warstewką cynku.

W ogniu cynk, tak samo jak cyna i ołów, topi się, ale wymaga większego od nich gorąca. I z cynku robią różne odlewki, stapiając go w tym celu zwykle z innymi metalami.

Nadzwyczaj ważnem zastosowaniem cynku jest użycie na tak zwane płyty cynkowe do odbijania obrazków w książkach. Nie każdy wie, w jaki sposób w książkach i pismach drukują się obrazki.

Czasami używa się w tym celu drzewa bukszpanowego. Na deseczce bukszpanowej, odpowiedniej wielkości i grubości,

rysownik rysuje najpierw obrazek; potem rytownik zapomocą cienkich rylców (dłóteczek) wycina ten rysunek na drzewie tak, że wszystkie kreski rysunku pozostawia, a przerwy między nimi wybiera rylcem w drzewie. W taki sposób otrzymuje się na drzewie już nie narysowany, ale wycięty wypukło rysunek, jakby pieczętkę wypukłą rysunku. Nazywa się taka deseczka drzeworytem.

Drukarz wkłada drzeworyt w odpowiednie miejsce pomiędzy czcionki ołowiane, z których ułożone są wyrazy, a potem razem to wszystko smaruje farbą i odbija na papierze. Ponieważ farba przylega tylko do kresek wypukłych, a w przerwach wgłębionych jej niema, przeto, stykając się z papierem, zostawia na nim czarny ślad, stanowiący odbicie rysunku.

Wszystko to jednak nie ma nic wspólnego z cynkiem.

Prawda. Ale można podobne płyty z rysunkami otrzymać i z cynku, tylko już nie przez rytowanie.

W tym celu z rysunku czy z fotografii lub obrazu zdejmuje się najpierw fotografię na blasze cynkowej, powleczonej odpowiednią masą. Potem tę blachę cynkową polewa się kwasem. Kwas wygryza wszystkie jasne miejsca obrazu, a nie psuje miejsc ciemnych; więc miejsca ciemne wychodzą wypukło, tak samo jak w drzeworycie, i w taki sam sposób mogą być odbijane na papierze.

Płyta cynkowa, czyli cynkotyp, przedstawia tę wyższość nad drzeworytem, że zrobiona jest zapomocą fotografowania, a więc nie zmienia pierwotnego obrazu. Prócz tego można na cynku zrobić fotografię zmniejszoną lub powiększoną, jak potrzeba. Można, co chcę, wprost fotografować, a potem przemieścić tę fotografię na cynk i zrobić płytę cynkową. Wszystkie prawie obrazy miast, budynków, wypadków, bitew i t. p. drukują się obecnie zapomocą takich właśnie płyt cynkowych.

Tak to przemyślny człowiek nie tylko ołów, ale i cynk zmusił do służenia sprawie oświaty.

Z kruszców cynku najważniejsze są: **blenda cynkowa i galman.**

Blenda cynkowa zawiera cynk i siarkę, galman zaś składa się z cynku, tlenu i krzemionki: lecz galmanem rów-

nież nazywamy często inny jeszcze kruszec cynku, mianowicie taki, który składa się z cynku, tlenu i dwutlenku węgla. W b. Królestwie Kongresowem, w ziemi Kieleckiej, znajdują się bogate pokłady galmanu, ciągnące się dalej na Śląsk.

XXIII. Srebr o.

Są trzy metale, znane pod nazwą »szlachetnych«: srebro, złoto i platyna. Za cóż zasłużyły one na tak zaszczytny przydomek? co wspólnego mają ze szlachetnością?

To, że zawsze są jednakowo czyste, błyszczące, że nie czepia się ich żadna rdza, żadna śniedź; podobnie jak żadne złoto nie czepia się prawdziwie szlachetnej duszy.

Pod tym względem najmniej szlachetne jest srebro, które nieco czernieje na powierzchni; szlachetniejsze jest złoto i platyna, zawsze jednakowo lśniące i piękne.

Srebro znamy wszyscy doskonale z pieniędzy srebrnych, lichtarzy kościelnych, pierścionków i innych ozdób. Nie jest to jednak srebro czyste, lecz sztuczny stop srebra z miedzią. Należy wiedzieć, że czyste srebro jest tak miękkie, jak cyna, nie możnaby więc z niego robić trwałych przedmiotów. Dla otrzymania metalu twardszego dodaje się właśnie miedzi. Najczęściej używa się stopu, w którym na 72 części czystego srebra przypadają 24 części miedzi, albo na 84 części srebra 12 części miedzi. Podobnie i złota nie używa się czystego, tylko stopionego z dodatkiem innych metali. Ilość złota lub srebra czystego, zawartego w danym stopie, nazywa się »próbą« złota lub srebra. Przepisy prawne nakazują, aby na każdym przedmiocie zrobionym ze srebra lub ze złota była wybita owa »próbą«.

Srebro jest metalem pięknej białej barwy, z mocnym połyskiem po odpolerowaniu. Od żelaza i miedzi cięższe, od cyny i ołowiu lżejsze. Kowalność i ciągliwość srebra jest bardzo znaczna: z łatwością więc rozpląszcza się ono w blachy i wyciąga w cienkie druty, używane np. na hafty do ornatów i t. p.

Na powietrzu czernieje, gdy powietrze jest zanieczyszczone siarkowodorem, łatwo bowiem łączy się z siarką. Związek srebra z siarką jest ciałem czarnem. Nazywa się ono siarczkiem srebra.

Położ kawałek siarki na pieniądzu srebrnym i ogrzej w płomieniu lampki. Siarka zacznie się palić, a na srebrze wystąpi czarna plama siarczku srebra. Nawet przy pocieraniu srebra siarką na zimno wytwarza się ten związek na powierzchni.

W miejscowościach kąpielowych, gdzie są wody siarczane, np. w Busku, Solcu, srebrne zegarki, łańcuszki i t. p. czernieją na powierzchni. Stare, długo leżące monety, łyżki i inne przedmioty srebrne zawsze są mniej lub więcej czarne.

Srebro łączy się nie tylko z siarką. Daje ono związki i z innymi ciałami. Np. rozpuszczone w kwasie azotowym łączy się z azotem i tlenem tego kwasu i tworzy sól srebrną bezbarwną, zwaną azotanem srebra, kamieniem piekielnym, albo **lapisem**. Ten lapis w zetknięciu z wilgotną skórą wydziela z siebie srebro w postaci czarnego proszku, a jednocześnie daje kwas, który pali skórę. Dlatego skóra posmarowana lapisem szczypie i czernieje. Ponieważ ten kwas niszczy zarazki, przeto lapisu używa się często do przypalania ran, owrzodzeń, zapaleń ocznych i t. p.

Kupiwszy w aptece lapisu (najlepiej oprawionego w piórku) można z nim zrobić następujące ciekawe doświadczenie.

Wziąć dwie szklanki wody, — jedną zupełnie czystą, a w drugiej rozpuścić parę ziarenek soli. Teraz dotknąć lapisem najpierw wody czystej: woda nie zmieni się od lapisu, choć będzie się on w niej rozpuszczał, gdyż roztwór lapisu w wodzie jest bezbarwny. Dotknij potem lapisem wody z solą: natychmiast od lapisu zaczną się rozchodzić jakby smugi białawe, jakby obłoczki, będą rosnać, powiększać się, zajmując całą szklankę.

Co się stało?

A oto srebro lapisu połączyło się z chlorem soli i dało nową sól srebrną (**chlorek srebra**), białą, nierozpuszczalną w wodzie.

I jeszcze jedno.

Skoro szklanę z tą białą solą srebra zostawimy na świetle, zacznie ona ciemnieć, robi się fioletową. Pokazuje się z tego, że światło psuje chlorek srebra.

Mała to niby rzecz, a tymczasem na tej własności soli srebra opiera się cała sztuka fotograficzna.

Wiadomo, jaka to ciekawa rzecz fotografja.

Staniesz naprost jakiejś skrzyneczki, co to ją nazywają aparatem fotograficznym, fotograf coś prztyknie i po jakimś czasie oddaje ci na kartce papierowej twoją fotografię, podobniuteńką tak, że nieczem malowanka! Każdy włos, każda brodawka na nosie ci znać; czy się śmiałeś przy fotografowaniu, czyś się skrzywił, wszystko dokładnie wyjdzie na papierku.

Nie mogę tutaj długo opowiadać, jak się to wszystko robi, ale mniej więcej jest tak.

Na przodzie skrzynki znajduje się szkło wypukłe, które ma tę własność, że światło, odbijające się od człowieka czy innego przedmiotu, przeszedłszy przez to szkiełko, daje po drugiej stronie malutki obrazek tego przedmiotu. Z tyłu skrzynki fotograf zakłada ostrożnie szybkę, na której ten obrazek powinien się odbić. Ale ta szybka jest posmarowana solą srebra. A że każdy obraz składa się z linii ciemnych i pola białego, jasnego, więc tam, gdzie wypadnie jasne pole obrazu, sól srebra rozłoży się i pociemnieje, a gdzie ciemne, tam zostanie niezmienną, będzie jasne. Na szybko będzie to wszystko odwrotnie, a jednak obraz się odbija. Taką szybką nazywa się »kliszą fotograficzną«. Taką kliszę płoczą w wodzie, maczają w różnych płynach, żeby się utrwaliła i nie psuła już od światła.

Potem nakładają tę kliszę na papier, pokryty także masą z soli srebrnych, i znowu wystawiają na światło. Przechodząc przez ciemne i jasne miejsca kliszy, światło znów odpowiednio rozkłada srebrną sól na papierze i daje na nim ten sam obrazek, jaki był sfotografowany na kliszy.

Obrazek, czyli podobiznę jego na papierze, znów trzeba utrwalić, wysuszyć i przykleić na twardym papierku — i fotografja gotowa.

A cóż pozwoliło tę fotografię otrzymać?

Sól srebrna, która rozkłada się i czernieje od światła.

Zastanowiwszy się, ile usług sztuka fotograficzna oddaje ludzkości, prawdziwą wdzięczność czuć będziemy za ten skarb prawdziwy, jakim jest srebro. Mnie się wydaje, że niczem są wszystkie srebrne pieniądze i ozdoby w porównaniu z tą jedną wielką usługą, jaką srebro oddaje nam w fotografii.

W przyrodzie srebro znajdujemy i zupełnie wolne, czyli rodzime, i rozmaite kruszce srebra.

Srebro rodzime przedstawia zazwyczaj żyłki rozgałęzione lub krzaczkowate bryłki, składające się z drobnych kryształków, albo też ziarna prawidłowego kształtu. Rodzime srebro znajduje się zazwyczaj tylko w małych ilościach, ale zdarzają się i duże masy. Tak, w górach norweskich znajdowano bryły czystego srebra ważące do 50 kilogramów.

Najczęściej srebro rodzime i kruszce srebra spotykają się w granitach i tym podobnych skałach, które niegdyś stanowiły roztopioną część skorupy ziemskiej. Prawdopodobnie wiele srebra znajduje się w rozpalonem wnętrzu ziemi wraz ze złotem, żelazem i innymi ciężkimi metalami.

Najważniejszym i najlepszym kruszcem srebra jest **argentyt**: związek srebra z siarką. Wytapia się z niego srebro przez wyprażanie w ogniu, przy czem siarka spala się i ulatnia, a srebro pozostaje.

Pospolicie kruszce srebra towarzyszą kruszcom ołowiu, tak że z tego samego kruszcu można otrzymać srebro i ołów. Tak jest u nas w kopalniach olkuskich, skąd dawniej otrzymywano srebro krajowe.

Najwięcej srebra dostarczają obecnie Stany Zjednoczone Ameryki Północnej, W Europie znajduje się ono w Niemczech, na Węgrzech, w Norwegji i w górach Kaukaskich.

XXIV. Złoto i platyna.

Najpiękniejszym metalem jest **złoto**. Jest ono dość rzadkie. A że przytem na powietrzu się nie zmienia, przeto od najdawniejszych czasów ludzie używają złota jako metalu na za-

sadnicze pieniądze. Innemi słowy, wartość i cenę wszelkich rzeczy, a przede wszystkim wartość banknotów, t. j. pieniędzy papierowych, oznaczamy ilością złota, jaką za nie otrzymujemy. Używamy złota nie tylko na pieniądze, ale i na ozdoby lub przedmioty drogie.

Czystego złota nikt prawie w rękę nie miewa; przedmioty złote zrobione są zwykle ze stopu złota z miedzią, która miękkiemu z natury złotu nadaje pożądaną twardość.

Złoto czyste jest metalem żółtym, mocno błyszczącym, cięższym od ołowiu. Zadziwiająca prawdziwie jest kowalność i ciągliwość złota. Można otrzymać blaszki złota takie cienkie, że na grubość $2\frac{1}{2}$ centymetra zmieściłoby się ich 200 tysięcy. Z czterech gramów złota można przy pewnej umiejętności i zapomocą odpowiednich machin wyciągnąć cieniutki drucik, raczej włos, mający 10 kilometrów długości.

Z nadzwyczajnej kowalności złota korzystamy, rozplaszczając je w cieniutkie blaszki, służące do pozłacania ram, ołtarzy, do wytłaczania liter złożonych na książkach i t. p.

Na powietrzu złoto się nie zmienia; z innemi ciałami łączy się bardzo trudno.

W ogniu topi się dopiero w gorącu wynoszącym 1064 stopnie. Doskonale odlewa się w formach, daje się rzeźbić i polerować.

Pomimo że złoto spotyka się rzadko na ziemi, znane jest ludziom już od niepamiętnych czasów. Niekiedy w starych grobowcach znajdujemy ozdoby złote obok narzędzi kamiennych, któremi je obrabiano. Złoto więc było znane już w czasach kamiennych rozwoju ludzkości. Tak samo spotykano je u najrozmaitszych ludów dzikich. Tłumaczy się to błyskotliwością złota, która musiała oddawna zwrócić na nie uwagę ludzi; przecież nawet niektóre ptaki lubią i zbierają świecidełka.

Starożytni Egipcjanie używali złota, które czerpali z piaszków rzeki Nilu. Grecy i Rzymianie chętnie zdobili się złotem. Hiszpanie, przybywszy z Kolumbem do wysp dzisiejszej Ameryki Środkowej, z podziwem ujrzeni u nągich krajowców złote kolczyki i bransolety na rękach i nogach. Obudziło to

w Hiszpanach taką chciwość, że dla zdobycia złota wymordowali tysiące czerwonoskórych Indian, zburzyli ich miasta i państwa.

Ameryka okazała się rzeczywiście krainą złotodajną. W wieku 17-ym w kraju amerykańskim zwanym Kalifornją, w posiadłości niejakiego kapitana Suttera, odkryto przypadkiem złoto. Na wieść o tem tysiące ludzi, poszukujących łatwego z bogacenia się, rzuciło się z całej ziemi do Kalifornji. Włóczęgi, zbrodniarze zbiegli z więzień i różni awanturnicy zapelnili Kalifornję. Chciwość i szal ogarnęły poszukiwaczy złota. Jak psy zgłodniałe, rzucili się na bogactwo ziemi, — i jak psy żarli się, mordowali wzajem o każdą grudkę złotego kruszcu.

Taka sama »gorączka złota« powtórzyła się potem jeszcze raz w Kalifornji w wieku 19-ym, a później w górach Australji w połowie 19-go, gdy rodak nasz Strzelecki odkrył złoto.

O odkryciu złota w Karolinie Północnej, kraju również amerykańskim, opowiadają następującą historję.

Pewien żołnierz angielski, nazwiskiem Rejd, przeszkobawszy coś, uciekł z rodziną do Karoliny Północnej i tutaj osiadł w zapadłym kącie, gdzie go dosięgnąć nie mogła ręka sprawiedliwości. Smutnie płynęło życie rodzinie Rejda: bieda, osamotnienie dokuczały mu strasznie.

Jednego razu dzieci przyniosły duży kamień żółtej barwy, który znalazły w rzece, i pokazały go ojcu. Rejd obejrzał kamień i wyrzucił go za drzwi. Potem żona jego wzięła ten kamień i użyła go do podpierania drzwi chaty, gdzie przeleżał lat kilka. Aż kiedyś przybył w odwiedziny sąsiad daleki. Zobaczywszy duży kamień, powiedział, że to musi być jakiś metal, i radził zapytać o niego w mieście. Rejd zbierał się to zrobić, ale jeszcze minęły trzy lata, zanim zaniósł kamień do miasta, do jubilera. Ten obejrzał kamień uważnie i zapytał, czyby go nie sprzedał.

— Owszem — odparł Rejd.

Targ w targ, — uradowany, sprzedał kamień za kwotę niewielką, coś około 15 złotych.

A tymczasem był to kawał złota, ważący około sześciu kilogramów. Taka ilość złota w owe czasy miała wartość około

dwudziestu tysięcy złotych. Tak to niecny handlarz oszukał biednego, nie znającego się na rzeczy kolonistę.

Dziś najwięcej złota dostarcza Australia; po niej Afryka południowa (Transwal); potem idą różne kraje Ameryki, szczególnie Stany Zjednoczone i Brazylja; wreszcie Indje azjatyckie i Syberja. W Europie złota jest mało, najwięcej w Rosji, w górach Uralskich. Złota jest nieco w piaskach rzecznych, także i w Wiśle, ale tak mało, że w żaden sposób nie opłaciłoby się go wydobywać.

Kruszce złota, t. j. minerały zawierające złoto chemicznie związane z innymi ciałami, są wielką rzadkością. Złoto w przyrodzie znajduje się przeważnie w stanie rodzimym, t. j. wolne, zanieczyszczone tylko nieco srebrem, platyną, miedzią, żelazem i innymi metalami.

Są dwa rodzaje miejscowości, w których znajdujemy złoto. Jeden rodzaj to rumowiska skalne, a więc żwir, piasek rzeczny i t. p.

Drugi rodzaj to góry, złożone z granitów i innych skał, niegdyś roztopionych siłą ognia wewnętrznego ziemi, a potem zastygłych. Często przez skałę taką przebiegają rozgałęzione żyły kwarcu, a w nim mieszczą się bądź żyłeczki, bądź ziarna złota.

Nie jednak trwałego pod słońcem. Najtwardsze skały zczasem wietrzeją i kruszą się, a ich odłamy dają rumowiska skalne. Rumowiska porywa woda, rozbija dalej na drobniejsze ziarna, z których układają się warstwy żwirów, piasków i glin. Jeżeli to rumowisko pochodzi z gór złotodajnych, to oczywiście wśród ziarn żwiru i piasku znaleźć się tam muszą ziarenka i blaszki złota. Dlatego to złoto bywa często w żwirach i piaskach rzek, płynących z gór złotonośnych — jak to widzimy np. w rzekach Syberji i Ameryki Północnej.

Złoto rodzime znajduje się zazwyczaj w ziarnach nie większych od ziarn piasku. Ale niekiedy zdarzają się prawdziwie olbrzymie bryły złota rodzimego. Raz w Australji znaleziono bryłę złota ważącą 50 kilogramów; inna ważyła 70 kilogramów; jeszcze inna ważyła 100 kilogramów. Są to ilości, których wartość stanowi krocie. Cóż dziwnego, że zaciekli po-

szukiwacze złota całe życie nieraz poświęcali na kopanie, w złudnej nadziei, że uda im się natrafić na taką drogocenną bryłę.

Najprostszy sposób wydobywania złota polega na przepłókiwaniu żwirów i piasków, w których się znajdują ziarnka i blaszki złote.

Robotnik kopie kilofem piasek złotonośny, który inni w taczkach lub wiadrach przenoszą do płóczki. Śląda się ona ze skrzynki drewnianej z dnem podobnem do sita, ustawionej na drugiej jakby na korycie. Do sita sypie się ziemię złotonośną i na to leje się wodę, która płynie dalej korytem. Dno koryta wysłane jest flanelą. Prąd wody, przechodzący przez sito, unosi ze sobą drobne ziarnka piasku i złota, a na sicie pozostają bryły nie zawierające złota.

Ziarnka i blaszki złote, jako cięższe kilkakrotnie od piasku, nie dają się unieść prądowi wody, lecz opadają i zbierają się na dnie koryta, gdzie więzną wśród włosów flaneli. Stamtąd zbierają je bezpośrednio, lub najprzód spalają flanelę i z popiołu wybierają błyszczące ziarnka złota.

W kopalniach złota, prowadzonych na większą stopę, praca jest oczywiście bardziej złożona.

Rumowisko skalne przedewszystkiem podlega zmieleniu w ogromnych żarnach mechanicznych, żeby nie zostało w dużych bryłach ziarn złota.

Płóczki są olbrzymie, składają się z licznych skrzyń, przez które przechodzi bystry prąd wody, doprowadzany zwykle korytami z wodospadów górskich. Po wielokrotnem przepłókanu piasku, po przepłynięciu jego przez długie koryta pochylone, dopiero wyjmują z ich dna flanelę i wypalają ziarnka złota.

Ile to pracy kosztuje, dość powiedzieć, że na otrzymanie kilku gramów złota trzeba przepłókać nieraz kilkaset kilogramów ziemi.

W górach, gdzie są żyły złotonośne, ale niema jeszcze rumowiska, trzeba je sztucznie zrobić. W tym celu rozmiękczają skałę, puszczając na nią przez długi czas mocne strumienie wody; potem rozsadzają ją, wyłamują i dopiero otrzy-

mane tą drogą okruchy miedzi i przepłókują, jak poprzednio. Otrzymany piasek złoty waży się, a potem stapia w sztaby, które idą do skarbu państwa. Skarb państwa kupuje złoto od właściciela kopalni, oczyszcza je od domieszek, stapia z określoną ilością innego metalu, bije z niego monety lub sprzedaje złoto jubilerowi i złotnikowi.

Złoto niewątpliwie jest cennym metalem, ale pożytek z niego jest dość ograniczony. Prócz pieniędzy i ozdób, które równie dobrze możnaby wyrabiać z czego innego, złoto służy tylko do pozłacania różnych przedmiotów, na plomby, czyli łaty do dziurawych, zepsutych zębów, a poczęści i w fotografii do utrwalania odbitek na papierze. W żadnym razie pożytek złota nie da się nawet porównać z tym, jaki mamy z żelaza lub miedzi. Gdyby nagle zabrakło na ziemi żelaza, ludzkość musiałaby się o tysiące lat cofnąć w rozwoju; brak złota wywołałby tylko przemijające trudności.

To też trzeba przyznać słuszność zdaniu, że żelazo jest stokroć droższe od złota.

Platynę mało kto widział, gdyż metal ten używa się rzadko, a przytem jest bardzo drogi, obecnie znacznie droższy od złota.

Platyna wygląda bardzo niepozornie. Podobna jest do srebra, tylko jest nieco ciemniejsza: jakgdyby szaro-olowiana. Równie jak złoto, jest bardzo ciężka. Złoto jest od wody cięższe 19 razy, a platyna aż 22 razy. Platyna jest bardzo kowalna i ciągliwa; topi się w ogniu jeszcze trudniej od złota, dopiero w temperaturze 1770 stopni. Na tej trudnej topliwości polega główny pożytek platyny, oraz na tem, że kwasy na nią nie działają, i wogóle na tem, że nie łączy się ona z wieloma ciałami ani w zimnie, ani w mocnym nawet żarze. Wyrabiają z niej małe tygielki do dokładnych doświadczeń naukowych, robią druciki do lampek elektrycznych, do prób chemicznych i t. p. Używają jej także do plombowania zepsutych zębów.

Kopie się w Ameryce Południowej i w Rosji na Uralu.

XXV. Rtęć i inne metale.

Parę razy w ciągu tych wykładów zdarzało się nam wspomnieć o rtęci. Zresztą każdy, kto się przyglądał uważnie termometrowi, widział, że zbiornik i rurka jego napełnione są srebrzystą cieczą. Ta ciecz właśnie skutkiem ogrzania rozszerza się i podnosi w rurce cieplomierza, a przy oziębianiu kurczy się.

Cieczęą tą jest **rtęć**, zwana inaczej »żywem srebrem« albo »merkurjuszem«.

Nazwa merkurjusz pozostała temu ciału z dawnych czasów, kiedy nadawano metalom nazwy bogów rzymskich; wtedy ołów zwał się Saturnem, a rtęć Merkurem. Żywem srebrem zowią tę ciecz dlatego, że gdy ją wylać na stół czy na talerz, to rozbija się na drobne kuleczki, które za lada popchnięciem żywo posuwają się naprzód.

Pod wielu względami rtęć jest ciałem zajmującym.

Najpierw, jest to metal w stanie ciekłym, jakby był roztopiony, choć nie jest wcale gorący. Tymczasem inne metale trzeba dopiero dobrze ogrzewać, żeby się roztopiły. Można jednak i rtęć zmusić do skrzepnięcia, do przybrania stanu stałego: trzeba ją tylko oziębic do 38 stopni niżej zera. Takiego zimna u nas nie bywa; ale w okolicach podbiegunowych bywają mrozy przechodzące nawet 50 stopni. To też tam rtęć marznie i przedstawia się jako ciało stałe, podobne do ołowiu. Można także rtęć zmarniętą kuć młotem, piłować, jak każdy inny metal. Ale skoro się ją wniesie do izby, żeby się nieco ogrzała, to natychmiast znowu topnieje.

Rtęć jest bardzo ciężka. Szklanka rtęci waży tyle, co 13 i pół takich samych szklanek wody. Jeśli wlać rtęci do wody, to opada na dół, a w wodzie się nie rozpuszcza.

Z niektórymi ciałami łączy się, dając różne ważne związki.

Tak z chlorem rtęć tworzy **kalomel** i **sublimat**. Są to białe proszki, używane na lekarstwo. Z nich sublimat jest bardzo gwałtowną trucizną i w rozcieńczeniu z wodą używa się do odkażania narzędzi operacyjnych, do płókań i obmywania przy ranach i chorobach zaraźliwych. Trzeba z nim jednak

być bardzo ostrożnym, gdyż użyty do wewnątrz jest bardzo trujący. Kalomel dają lekarze w chorobach kiszek.

Przy ogrzewaniu rtęci na powierzchni jej tworzy się czerwony proszek, który jest związkim rtęci z tlenem powietrza.

Z siarką rtęć łączy się i daje czerwoną masę, używaną na farbę pod nazwą **cynobru**.

Bardzo ciekawie zachowuje się rtęć względem wielu metali. Na żelazo i stal nie działa; ale inne metale, jak miedź, cynę, ołów, złoto, srebro, rozpuszcza w sobie tak, jak woda rozpuszcza cukier. Taki roztwór metalu w rtęci zwiemy **ortęcią** albo **amalgamatem**.

Nalej do próbówki trochę rtęci, wrzuć w nią kawałek cyny i ogrzej. Cyna rozpuści się w rtęci i otrzymasz płyn gęsty, zawierający rtęć i cynę. Wylej ten płyn na najstaranniej wyczyszczony i wytarty kawałek szyby i rozplaszcz go drugą szybą, to przylgnie on ściśle do szkła i da lusterko. W podobny sposób robią się lustra. Ta masa srebrzysta, którą widać po drugiej stronie stłuczonego lusterka, jest cyną rozpuszczoną w rtęci i stwardniałą.

Okazuje się więc, że nasze lustra zawdzięczamy rtęci.

Z tej własności, że rtęć rozpuszcza w sobie inne metale, korzystamy jeszcze przy otrzymywaniu złota i srebra z różnych skał. Okruchy tych skał miesza się z rtęcią, a wtedy rtęć rozpuszcza w sobie dajmy na to srebro. Potem roztwór ten ogrzewają, rtęć się ulatnia, a pozostaje samo srebro.

Używa się też rtęci z rozpuszczonem w niej złotem do pozłacania. Amalgamatem rtęci i złota powleka się przedmiot np. mosiężny, a potem ogrzewa się go: rtęć się ulotni, a złoto pozostanie na przedmiocie.

Nie wspominaliśmy jeszcze, że rtęć można gotować tak, jak wodę. Doświadczenie to można zrobić, lecz bardzo ostrożnie, żeby nie oddychać parą rtęciową, jest ona bowiem bardzo trująca.

Rtęć używa się do napełniania rurek termometrów, barometrów, alkoholometrów i innych przyrządów naukowych.

W przyrodzie znajdujemy rtęć w postaci kruszców rtęci i w stanie rodzimym, wolnym.

Wolna rtęć tworzy krople, a niekiedy zbiera się w szparach i zagłębieniach skał, dając podziemne zbiorniki rtęci.

Najpospolitszym kruszczem rtęci jest **cynober**, masa ciemno-czerwona, ciężka, krucha. Przez mocne ogrzanie kruszec ten rozkłada się, tak że rtęć ulatnia się z niego i skrapla.

Rtęć nie należy do ciał pospolitych, to też jest droga.

W Europie kopalnie rtęci mamy w Hiszpanji i w Karyntji.

Prócz podanych wyżej najpospolitszych i najważniejszych metali, mamy jeszcze na ziemi mnóstwo innych. Niektóre z nich posiadają nawet pewne znaczenie praktyczne.

Nikiel, szaro-żółty, do srebra nieco podobny metal, służy na różne wyroby, jak naczynia kuchenne, oprawy do nożów, łańcuszki, zegarki i t. p. Nie jest jednak tak trwały i ładny, jak srebro.

Glin, czyli **aluminjum**, przypomina cynk, od którego jednak jest lżejszy i mocniejszy, a nie tak kruchy. Wchodzi w skład zwyczajnej gliny, z której nie łatwo go wydzielić. Robią dziś z niego kubki, podstawki, lichterze i inne rzeczy, nieraz bardzo ładne.

Magnez wchodzi w skład ziemi marglowej. W małych ilościach znajduje się w roślinach. Sztucznie wydzielony ze swych kruszców przedstawia metal srebrzysty, lekki, ale niezdatny na wyroby, gdyż jest łatwo palny. Magnez sprzedają w składach materiałów aptecznych w postaci wstążeczki lub drutu magnezowego. Kupcie łokieć wstążki magnezu, odwróćcie kawałek, jeden koniec oprawcie w drewnianą do trzymania, a do drugiego przytknijcie w ciemnym pokoju palącą się zapalkę. Magnez zacznie się palić, wydając mocne, oślepiające, białe światło. Światło płonącego magnezu ma taką moc, że przy niem można robić fotografie, tak jak przy świetle słońca. Używają więc magnezu do fotografowania w nocy, w ciemnym pokoju, w podziemiach.

Przypominacie sobie, że doświadczenia z paleniem magnezu używaliśmy dla wykrycia węgla w gazie węglowym, zawartym w kolbie.

Palenie się magnezu jest jego łączeniem się z tlenem powietrza; z tego łączenia się powstaje biały proszek, używany na lekarstwo pod nazwą magnezji.

XXVI. Pierwiastki i ich połączenia.

W rozdziałach powyższych rozpatrzyliśmy około pięćdziesięciu najpospolitszych i najważniejszych ciał, wchodzących w skład naszej ziemi.

Przez badanie licznemi doświadczeniami tych różnych ciał przekonaaliśmy się, że niektóre z nich składały się z dwóch lub więcej ciał, zupełnie od nich odmiennych, złączonych, czyli związanych ze sobą chemicznie w ciało jednorodne. Naprzykład okazało się, że:

Woda składa się z tlenu i wodoru.

Dwutlenek węgla — z węgla i tlenu.

Kreda — z wapnia, tlenu i dwutlenku węgla.

Siarkowodór — z wodoru i siarki.

Gips — z wapnia, siarki, tlenu i wodoru.

Sól kuchenna — z sodu i chloru.

Rdza żelazna — z żelaza, tlenu i wodoru.

Białko zwierzęce lub roślinne — z węgla, tlenu, azotu, wodoru, siarki i fosforu.

Otóż te ciała, które składają się z dwóch lub więcej ciał innych, zupełnie od nich odmiennych, zowią się **ciałami złożonemi** albo **związkami chemicznemi**.

Woda jest związkiem chemicznym wodoru i tlenu.

Kreda jest związkiem chemicznym wapnia, tlenu i dwutlenku węgla.

Białko jest związkiem chemicznym węgla, tlenu, azotu, wodoru, siarki i fosforu.

Dotąd już kilka razy mówiliśmy, że to a to ciało jest związane **chemicznie** z innem. Cóż to znaczy **chemicznie**? Chemicznie to znaczy w ten sposób, że dane ciała zatracają swoje własności i dają zupełnie nowe ciało, różniące się własnościami od tych ciał, z których powstało. Weźmy np. skład wody. Dowiedliśmy, że składa się ona z wodoru i tlenu. Wodór pali się, w tlenie żarzące się lub tłące ciała płoną z wydzielaniem mocnego światła i ciepła. Tymczasem woda ani się nie pali, ani nie podtrzymuje palenia. Dlaczego?

Ale są i takie ciała, które składają się tylko same z siebie. Naprzykład:

Tlen składa się tylko z tlenu.

Wodór — tylko z wodoru.

Węgiel czysty — tylko z węgla.

Siarka — z siarki.

Azot — z azotu.

Fosfor — z fosforu.

Żelazo — tylko z żelaza.

Złoto — ze złota.

Rtęć — z rtęci.

Ciała takie, składające się z samych siebie, zowiemy **ciałami prostymi**, czyli **pierwiotkami chemicznymi**.

Wodór jest pierwiastkiem chemicznym.

Choćbyśmy używali jak najmocniejszego żaru lub najpotężniejszego prądu elektrycznego, nie zdołamy np. tlenu lub innego pierwiastka chemicznego rozłożyć, to jest otrzymać zeń dwóch nowych ciał. Mówimy więc, że pierwiastki chemiczne są nierozkładalne, a związki chemiczne zawsze możemy rozłożyć na składające je pierwiastki.

Węgiel, azot, siarka, żelazo są to pierwiastki chemiczne. Takich pierwiastków znamy dotąd 92. Łącząc się z sobą chemicznie, te 92 pierwiastki dają liczne setki tysięcy związków, czyli ciał złożonych.

Jeżeli pierwiastki lub związki chemiczne zostaną zmieszane ze sobą bez połączenia się chemicznego, to tworzą

mieszaninę. Składowe części mieszaniny zachowują swoje własności. Zmieszajmy np. siarkę z pyłkiem żelaznym i przyrzyjmy się mieszaninie przez szkło powiększające (lupe lub przez mikroskop), a zobaczymy tam oddzielne ziarnka siarki i oddzielne ziarnka żelaza. Siarka pozostała siarką, żelazo zaś żelazem.

Związki chemiczne można różnymi sposobami rozkładać na ich pierwiastki.

Tak, widzieliśmy, że woda siłą elektryczną rozkłada się na wodór i tlen.

Dwutlenek węgla przez palenie w nim magnezu rozkłada się na węgiel i tlen.

Żeleziak brunatny przez ogrzewanie z węglem daje wolne żelazo, tlenek węgla i wodę.

Naodwrot, **pierwiastki można łączyć** razem w związki.

Tak, przez palenie węgla w powietrzu węgiel łączy się chemicznie z tlenem powietrza i daje dwutlenek węgla.

Żelazo w wilgotnem powietrzu łączy się powoli z tlenem i wodą i daje rdzę.

Siarka przez palenie w tlenie łączy się z tlenem i daje duszący gaz siarkowy, czyli dwutlenek siarki.

Niezmiernie ciekawe i ważne dla ludzi są te różnorodne zjawiska **łączenia się** pierwiastków w związki chemiczne i **rozkład** związków na pierwiastki.

Jest cała nauka, która bada zjawiska łączenia się pierwiastków i rozkładu związków chemicznych. Zowie się ona **chemją**.

Zajmujący się tą nauką nazywają się **chemikami**. Oni to, badając własności pierwiastków chemicznych i ich związków, poznali mnóstwo najskrytszych tajemnic przyrody, dotyczących ciał, które ją składają. Zdobyte w ten sposób wiadomości zastosowano do życia praktycznego: do przemysłu chemicznego, górniczego i hutniczego, do rzemiosł, w fabrykach, malarstwie, rolnictwie, ogrodnictwie, do sztuki lekarskiej, fotografii i innych.

XXVII. Rad i jego własności.

W ustępie o fotografii widzieliśmy, że przy działaniu światła na sole srebra działała jakaś siła, pod której wpływem sole srebra ciemniały.

Jakkolwiek taka siła pojawiała się równocześnie ze światłem padającym na kliszę, można sobie mimo to wyobrazić podobną siłę działającą bez pojawiania się światła, tylko że wówczas, nie widząc światła, trudnooby było domyślić się przyczyny, dla której klisza — niewiedomo skąd i dlaczego — szcerniała.

Taka siła wydawałaby się nam bardzo tajemniczą.

Przed czemś podobnie tajemniczem znalazła się nasza rodaczka pani Marja ze Skłodowskich Curie, gdy w roku 1898 w Paryżu badała naukowo minerał zwany blendą smolistą, minerał, który się wydobywa w Joachimowie w Czechach. Pokazało się wówczas, że ten minerał po rozłożeniu go na różne składniki, oczyszczeniu ich i t. d. pozostawia wkońcu jakiś składnik ze szczególnymi zupełnie własnościami. Jedna z tych własności na tem przedewszystkiem polegała, że jeżeli się ten składnik położyło na pugilares z monetą, a pod ten pugilares kliszę fotograficzną, przed światłem dobrze ukrytą, to chociaż wszystko się odbywało pociemku, mimo to na kliszy odbił się rysunek monety, czyli że moneta się pociemku odfotografowała. Ten składnik badała p. Skłodowska dalej i dalej, aż znalazła w nim nowy pierwiastek, który nazwała **radem**.

Ów rad jest niesłychanie trudno wydobyć z blendy smolistej, — bo wystarczy powiedzieć, że dla otrzymania jednego kilograma radu trzeba by dziesięciu wagonów kolejowych tej blendy.

Dlatego to było tak trudno rad odkryć, a niemniej trudno jakieś nawet bardzo małe jego ilości otrzymać. Na całym świecie wydobyto dotąd zaledwie około pół kilograma.

Już przed odkryciem radu było wprawdzie wiadomo, że blenda smolistą, a raczej pewne jej składniki, działa w pewnym stopniu na płytę fotograficzną, — rad jednak otrzymany przez p. Skłodowską działa, jak się okazało, trzy miliony razy sil-

niej, niż blenda. A trzy miliony razy to taki stosunek prawie, jak wielkość ziarenka gryki do długości mili.

Otóż rad stał się niedługo istną zagadką, bo wszystko w nim było inne, niż u innych pierwiastków, wszystko do-tychczas nieznane.

Rad ma w sobie ukryte niesłychane siły, bo choć nie widać prawie, żeby malały, jednak są ciągle dalej w ruchu.

Każda siła w naturze kiedyś się wyczerpuje, a z radem tego nie znać, mimo że daje na przykład tyle ciepła, że w ciągu godziny może równą sobie ilość wody ugotować, a potem drugą, trzecią i t. d. Pod jego wpływem wiele ciał zaczyna świecić, np. prawdziwe brylanty, dzięki czemu łatwo je odróżnić od sztucznie zrobionych, które takiego świecenia nie okazują.

Rad rozkłada również bardzo silnie wodę, przyczem nie widać wcale, żeby sam się zmieniał. Do wody go w tym celu nie trzeba wkładać: wystarczy, że jest w pobliżu, a rozkłada wodę wprost bez końca. Z powodu tych wszystkich właściwości przypuszczają uczeni, że rad wysyła jakieś promienie, podobnie jak je wysyłają przedmioty świecące, na przykład słońce promienie słoneczne, — tylko że te promienie radu dla oka ludzkiego są niewidoczne, oko ludzkie jest na nie jak-gdyby ślepe.

Promienie radu mają ogromny wpływ na rośliny i przyspieszają ich kiełkowanie, ale zbyt długie ich działanie zabija rośliny.

Podobnie działa rad i na człowieka, bo nie tylko może poparzyć i spowodować trudno gojące się rany, ale i o śmierć może przyprowadzić. Dlatego obchodzenie się z radem jest bardzo niebezpieczne i żeby się uchronić przed takim działaniem, zamyka się go w skrzyniach z grubej blachy ołowianej, przez którą te promienie nie mogą się przodostać.

Rad, taki niebezpieczny dla niedoświadczonego człowieka, może się stać i wielkim dobroczyńcą, jeżeli się z nim umiejętnie obchodzić. Obecnie też używa się już radu do leczenia najgorszej niezawodnie choroby, jaka ludzkość gnębi, bo raka.

Dzięki staraniom pani Skłodowskiej-Curie i ofiarności

społeczeństwa, wybudowano przed niedawnym czasem w Warszawie zakład radowy do leczenia raka. Tam znajdują niezawodnie w najbliższym czasie pomoc i ratunek setki ludzi, tak bogatych jak i biednych.

Nadmienić warto, że istnieją źródła, których woda zawiera rad i dzięki temu leczy pewne choroby.

W książce niniejszej podaliśmy drobną garść najważniejszych i najwięcej znaczenia mających wiadomości o własnościach i znaczeniu kilkudziesięciu najpospolitszych ciał otaczającej nas przyrody.





KSIĘGARNIA POLSKA

TOW. POLSKIEJ MACIERI

w Warszawie, ul. War

poleca następujące tanie KSIĄŻ

UP - Kraków BG



1050239861

	Zł. gr.
BRZEZIŃSKI M. — Jak zbudowane jest ciało człowieka.	
Wyd. 6.	1.40
— Maszyny parowe i koleje żelazne. Wyd. 6-te	1.50
— Nasi wrogowie i przyjaciele wśród ptaków. Wyd. 6.	
Z 50 rys.	2.80
— O zaćmieniach słońca i księżyca. (Odczyt). Wyd. 4. Brosz.	—90
w opr.	1.40
— Pogadanki o wnętrzu ziemi. Wyd. 7	2.60
CIESZKOWSKA Z. Obyczaje zwierząt	3.50
DYAKOWSKI B. O pszczołach	—50
— O zwierzętach w gruncie żyjących	—50
— Rośliny pokarmowe w różnych krajach. Wyd. 5. W opr.	3.—
HUMNICKI W. Początki chemji. Wyd. 2	1.50
LASKOWSKI W. S. Gips, jego odmiany, własności i pożytki	—16
LUBICZ WITOLD. Ssaki i ptaki naszych lasów, pól, błot i stepów.	—80
PIOTROWSKI F. Nauka o pogodzie. (Meteorologia). Wyd. 2.	2.40
RUDNICKA Z. Fosfor. (Odczyt). Wyd. 3-cie	—16
— Jakie pożytki mamy z elektryczności. Z 70 rycinami.	
Wyd. 2-e	1.50
— O ciepłe. Z 55 rysunkami.	1.80
— O zjawiskach świetlnych. Z 38 rysunkami.	—48
— Saletra, jej własności i pożytki. (Odczyt)	—20
— Siarka, jej własności, otrzymywanie i pożytki. (Odczyt). Wyd. 3.	—20
— Węgiel, jego odmiany, własności i pożytki. (Odczyt). Wyd. 3-cie.	—50
SKRZYŃSKA K. Co można widzieć przez szkła powiększające. Wyd. 2	—54
UMIŃSKI WŁ. Gady i płazy	—64
— Ogień na usługach człowieka. Wyd. 5-te.	1.20
— O gwiazdach i kamieniach spadających z nieba.	
(Odczyt).	—50
— O słońcu. (Odczyt)	—24
— O węglu kamiennym. Wyd. 2-gie	—50
— W otchłanach niebios. Wyd. 2-gie	—40
— Wycieczka na księżyc. (Odczyt)	—24
WERNIC H. i BRZEZIŃSKI M. Pogadanki o niebie i ziemi.	
Wyd. 7-me	—60