

M. HEILPERN.

---

POGADANKI  
**O TAJEMNICACH PRZYRODY**

CZĘŚĆ I.

WIADOMOŚCI WSTĘPNE O ŚWIECIE

WYDANIE PIĄTE, Z 75 RYSUNKAMI W TEKŚCIE.



WYDAWNICTWO M. ARCTA W WARSZAWIE

1919



*Don. 1881*



Druk Piotra Laskauera,  
Warszawa, Marjensztad 8.



*148983*

*R-28424*

*D-209/83*

## DO UCZĄCYCH.

Książeczka niniejsza nie jest przeznaczona do czytania dla dzieci, lecz stanowi podręcznik dla uczących, którym dostarcza materiału i daje wskazówki prowadzenia nauki. Sądzę, że według tej książeczki mogą uczyć rodzice, nauczyciele i nauczycielki, nawet niezajmujący się specjalnie naukami przyrodniczymi, i że mogą prowadzić wykład praktycznie, bez pomocy przyrządów lub drogiego materiału, środkami dla każdego dostępnymi. Wykład przeznaczony jest dla dzieci w wieku lat 11—13, a więc mniej więcej dla uczniów i uczennic 2-ej lub 3-ej klasy szkół średnich i stanowi niejako przejście od t. zw. nauki o rzeczach do wykładu systematycznego (wyjawszy kilka ustępów, objętych [...], a przeznaczonych dla uczniów starszych, 13 do 15-letnich, lub wyjątkowo bardziej rozwiniętych, dla samouków lub nauczycieli, którzy mogą znaleźć sposobność stosowania tych wykładów w kursach nieco wyższych). Przypuszczam, że uczniowie i uczennice, dla których wykłady te są przeznaczone, mają tylko ogólne przygotowanie wstępne, t. j. takie, jakie zwykle dzieci nabywają z „nauki o rzeczach”, z czytania odnośnych ustępów w „wypisach” lub innych dzielkach, a także z początkowej nauki geografii.

Celem niniejszych wykładów jest pogłębienie środków poznawania, jakimi rozporządza dziecko, i wdrożenie surowego umysłu do samodzielnego wnioskowania. Poczynam od najbliższego otoczenia, od jakiegokolwiek ciała, wpadającego pod rękę uczniowi, i rozpatrzywszy naprzód cechy zewnętrzne tego przedmiotu, łatwiej rzucające się w oczy, przechodzę stopniowo do własności mniej dostępnych, pogłębiam badanie coraz bardziej, środkami najprostszymi, dostępnymi dla dziecka, rozszerzając zakres badań stopniowo przez porównywanie z innymi ciałami otoczenia.



Tak wreszcie, mając już dostateczny zasób faktów, należycie zbędnych, poznawszy najważniejsze objawy (ciała i zjawiska) otaczającej przyrody, zaznajamiam ucznia ze sposobami i znaczeniem klasyfikowania zdobytego materiału i przechodzę do uogólnień, kończąc ogólnymi pojęciami, dotyczącymi materji, zjawiska, nauk przyrodniczych, ich podziału i metod, którymi się posilkują.

Tej drogi czysto indukcyjnej staram się trzymać ściśle, w ciągu całego kursu, stanowiącego jednolite bez przerwy rozwinięcie jednej zasadniczej myśli, nigdzie nie narzucając z góry żadnych twierdzeń. Indukcyjne poznanie stanowi bowiem jedyną metodę, jakiej się w początkowym kursie nauk przyrodniczych trzymać należy, choć, niestety, dotąd metoda ta w wykładach dla dzieci bywa u nas tak mało uwzględniana. Rozpoczynamy z dziećmi zazwyczaj wręcz od jakiegoś jednego działu nauki, od zoologii lub botaniki, i przechodzimy go dedukcyjnie, nieraz nawet wprost dogmatycznie, podając z góry określenie nauki, jej podział i przechodząc do opisu poszczególnych faktów w porządku z góry wskazanym, nie wyjaśniając nawet powodu, dla którego wybieramy ten porządek, nie objaśniając znaczenia klasyfikacji, nie będąc w stanie po większej części być w posiadaniu okazów tych przedmiotów, o których dziecku prawimy.

Dziecko przeważnie nie zdaje sobie sprawy, dlaczego, w jakim celu uczy się zoologii czy botaniki, dlaczego obciążamy jego umysł takim mnóstwem faktów, nie związanych z sobą, nie mających związku z jego najbliższem otoczeniem. Uczy się ono, jak to często w domowym wychowaniu bywa, jednego roku—zoologii, drugiego—mineralogji, pomijawszy narazie botanikę, z powodu jakichś warunków ubocznych, lub przechodzi ją pod kierunkiem innego nauczyciela, podług innej metody i wkońcu nie widzi żadnego związku pomiędzy wszystkimi temi naukami, nie dostrzega wspólnego ich celu; na granicy między niemi spogląda, jak na nieprzebyte przepaście. Fakty ulatują wkrótce z pamięci, poczem w umyśle dziecka nie pozostaje nic, poza ogólną wiadomością, że np. botanika uczy o roślinach i że rośliny dzielą się na jakieś klasy, nie wiadomo przez kogo i poco ustanowione. Dziecko po kilku latach takiej nauki nie nauczyło się ani trochę myśleć i badać samodzielnie, nie patrzy na otoczenie ani trochę głębiej niż przedtem, o metodach i teoriach badania nie ma pojęcia, o jednoci zjawisk przyrody nie słyszało, a już zupełnie nie przypuszcza, aby mogło zbadać cokolwiek samodzielnie.

W niniejszem dziełku chciałem tych wad nauczania uniknąć. Nie dążę do wtłoczenia w umysły dzieci tych czy innych wiadomości, z tej lub owej nauki, w uświęconym tradycją porządku. Do pojęcia konieczności tego porządku i konieczności podziału w nauce dojdzie

dziecko samo po przejściu niniejszego kursu, mającego na celu tylko pobudzenie samodzielnej myśli i samodzielnej dążności poznawania. Z tego powodu niema potrzeby trzymać się ściśle układu, przyjętego w książce, lub ograniczać się na materiale w niej zawartym; należy nawet w szczegółach zmieniać wykład, zależnie od stopnia rozwoju umysłowego uczniów, chodzi tu tylko o utrzymanie ogólnej metody i celu nauczania. Dobry nauczyciel potrafi wzbogacić treść wykładu lepiej dobranymi przykładami, lub umiejętniej postawionymi pytaniami, nawet w wielu miejscach zastąpić opowiadanie pytaniami, które uczniów samych na trafne odpowiedzi naprowadzą. Zależnie od stopnia przygotowania i zdolności uczniów, może nauczyciel niekiedy połączyć 2 lub nawet 3 wykłady w jedną lekcję, — nieraz, odwrotnie, treść jednego wykładu będzie zmuszony rozłożyć na 2 lub 3 lekcje. Mojem zadaniem było głównie przedstawić schemat wykładu, wskazać niedostatecznie doświadczonym nauczycielom drogę, jaką można dojść do pożądaných wyników, — dostarczyć im materiału do wzbogacenia i rozwijania młodego umysłu i zaoszczędzić im czasu, potrzebnego do opracowania każdej lekcji,—reszta zależy od indywidualnych zdolności nauczyciela, od celu i planu, jaki wykładom swoim zakreśla.

Ponieważ rok szkolny obejmuje w rzeczywistości tylko osiem miesięcy, a na nauki przyrodnicze wyznacza się u nas—tak w zakładach naukowych, jak i w domach prywatnych—zwykle dwie godziny tygodniowo, cały przeto kurs roczny zawrzeć się musi w mniej więcej 60 lekcjach. Z tego powodu podzieliłem niniejszy kurs na 60 wykładów, tak jak to wistocie w praktyce się odbywa. Staraniem mojem było, aby w tych 60 wykładach zawrzeć najważniejsze wiadomości ogólne z nauk przyrodniczych, któreby z jednej strony mogły stanowić pewną zakończoną i systematycznie przeprowadzoną całość, z drugiej zaś stanowiły podstawę do dalszej nauki. Dlatego główną uwagę zwróciłem na dane z mineralogji, geologji, fizyki i chemji, — pobieżnie zaś traktowałem biologję, którą rozwinać należy dopiero w wyższych kursach. Błędem jest rozpowszechniony u nas sposób rozpoczynania nauk przyrodniczych od zoologii i botaniki z uczniami, nieobznajmionymi z zasadami nauk podstawowych, tem bardziej, że nie tylko racjonalny wykład botaniki i zoologii dla dzieci wymaga uprzednich ogólnych wiadomości z mineralogji (skład gleby, wody, powietrza, pojęcie o solach mineralnych i t. p.), fizyki i chemji,—lecz, że ostatnio wymienione nauki są dla młodszych uczniów, jakem się stale przekonywał, daleko dostępnejsze i zawsze bardziej ich zajmują,—nie mówiąc już o tem, że bardziej się nadają jako środki do rozwijania umysłu dzieci, mają większe znaczenie praktyczne i że można je wykladać doświadczalnie, niezależnie od pory roku.



Prowadząc naukę sposobem podanym w tej książce, pamiętać należy, że wykład winien być bezwarunkowo ustny i prowadzony w formie jak najdostępniejszej. Nie należy nigdy ani formą, ani treścią przekraczać granic, zakreślonych pojęciami uczniów. Cała umiejętność nauczania leży w tem, aby umieć postawić się na stanowisku dziecka i odgadnąć pojęcia, jakie w umyśle jego wykład wytwarza. Często zrażamy do siebie ucznia jawnem niezadowoleniem lub uśmiechem, z jakim przyjmujemy jego nielogiczną — w naszym pojęciu — odpowiedź. Nielogiczność myśli dziecka bywa najczęściej pozorną i wynika z odmiennego nieraz punktu zapatrywania się na rzeczy, z którego stanowi jednak logiczny wniosek, lub wynika z odmiennego nieco od naszego języka, którym się dziecko posługuje. Gdy np. na pytanie: „Czem jest roślina?” — dzieci, zwłaszcza miejskie, często odpowiadają: „Jest to każdy kwiat”, — to należy wziąć pod uwagę, że pod wyrazem „kwiat” dziecko bynajmniej nie rozumie szczególnego organu, lecz istotnie roślinę, — gdyż pielęgnowane po mieszkaniach i ogrodach rośliny nazywane są powszechnie kwiatami. Nie należy więc wręcz zaprzeczać objaśnieniu, danemu przez dziecko, lecz, stanawszy na jego stanowisku myślowem, stopniowo doprowadzić je do uznania nieścisłości danego przez nie objaśnienia. Gdy rozbierzemy z niem np. roślinę i dojdziemy do kwiatu, dziecko samo przyjdzie do przekonania, że jedna wspólna nazwa dla pojedynczego organu i dla całej rośliny jest nieodpowiednią. Nie należy też prowadzić wykładu zapomocą samych tylko pytań, zwłaszcza zbyt łatwych (jakkolwiek dobrze jest stosować pytania często), — lecz urozmaicać go to pytaniami, to szczegółowszem wyjaśnieniem i opowiadaniem; ciągłe pytania bowiem nużą umysł ucznia, a gdy są zbyt łatwe, osłabiają zajęcie, jakie nauka budzić w umysłach winna.

W niniejszych wykładach trzymałem się zasad tu wzmiankowanych. Przytaczam w nawiasach te odpowiedzi na zadane pytania, jakie najczęściej słyszeć mi się zdarzyło z ust uczniów; odpowiedzi, nie objęte w książce nawiasem, otrzymać można zwykle przy pewnej pomocy ze strony nauczyciela. W każdym razie na każde pytanie winien uczeń, o ile tylko można, odpowiedzieć samodzielnie.

Również zachęcać należy uczniów do tego, aby każdy przedmiot, z którym na lekcji się zapoznają, starali się znaleźć sami i gromadzili zbiorki przyrodnicze; nawet przyrzady, jakimi przy wykładzie niniejszym posilkować się trzeba, może uczeń sam wykonać.

Przy wykładzie napotka często nauczyciel sposobność przytoczenia wiadomości, niepodanych w książce, — lecz należy być bardzo ostrożnym, aby nie wkroczyć w dziedzinę, niedostępną dla umysłu dziecka. Zbyt oderwane pojęcia i trudne terminy naukowe lepiej od-

łożyć do wyższych kursów i starannie unikać, aby uczeń nie przywykł do niedokładnych pojęć. Z tego powodu niektóre pozornie nawet łatwe pojęcia wolałem w niniejszym kursie pominąć; przekonałem się bowiem, że dzieci, którym już przy nauce o rzeczach pojęcia te dawano, które następnie słuchały tego samego przez dwa lata w systematycznych kursach nauk przyrodniczych, które przytaczały odnośne nazwy naukowe zupełnie prawidłowo i umiały opisać dość ściśle odpowiednie doświadczenia, popierające ich objaśnienia, nie zdawały sobie, pomimo tego wszystkiego, należycie sprawy z rzeczy i zjawisk, które tak dobrze pozornie opisywały. (Dotyczy to np. składników powietrza — tlenu i azotu — i ich roli w gospodarce przyrody). Było to tylko powtarzanie wyrazów, które się im wielokrotnie o uszy obily, bez istotnego ich rozumienia; a co gorsza, uczniowie w takich razach byli przekonani, że rzecz istotnie rozumieją, i mało już jej uwagi poświęcali. Trudniejsze pojęcia naukowe można zawsze bez szkody odroczyć do czasu, gdy umysł będzie dostatecznie dojrzałym, aby je w zupełności przyswoić; przedwczesne zaś wpajanie ich, choć się czasami pozornie udaje, jest zawsze szkodliwe. W niniejszych wykładach starałem się zestawić tylko te wiadomości, które uczniowie rzeczywiście, jak się w praktyce przekonałem, mogą sobie przyswoić. Pomimo tego, znajduje się jeszcze w tej książeczce kilka zdań, może nie dla każdego ucznia oznaczonego wieku dostępnych. Znając stopień dojrzałości umysłowej uczniów, potrafi nauczyciel zdania te odpowiednio zmodyfikować. Rozdziały trudniejsze, wstawione w przewidywaniu, iż mogą się przydać uczniom starszym, posiadającym już odpowiednie przygotowanie, objęte są nawiasem [ ]; pomimo zastrzeżenia, jakie przy każdym takim rozdziale czynię, uważam za konieczne na wstępie zaraz zwrócić usilnie uwagę nauczających, iż rozdziały te przeznaczone są tylko dla uczniów dojrzałych, z którymi nauczyciel uważać będzie za możliwe je przejść.

W każdym razie zaznaczyć muszę, że praca niniejsza jest wynikiem długoletniego doświadczenia; to, do czego w wykładach niniejszych dążę, może być napewno i dość łatwo osiągnięte z uczniami, nieodznaczającymi się nawet zbyt wielkim rozwojem umysłowym.

Dodawać nie potrzebuje, że nauczyciel musi sam nad przedmiotem panować w zakresie, jakiego lekcje te wymagają, że musi przed lekcją cały wykład, a nawet kilka następnych, przeczytać i zawczasu przygotować wszystko, co ma na lekcji pokazać lub wykonać. Dołączone do niektórych wykładów rysunki służą, rozumie się, również tylko dla nauczyciela; te, które nauczyciel ma wykonać uczniom na tablicy, podane są tylko schematycznie, tak jak je nauczyciel istotnie łatwo na lekcji wykonać może. W ciągu wykładu winien nauczyciel



śledzić ciągle, czy i jak go uczniowie rozumieją i o ile pamiętają z poprzednich lekcji to, na czym dany wykład się opiera. Częstych powtarzań zaniehdbywać nie należy; w niniejszych wykładach każdy ważniejszy fakt powtarza się kilkakrotnie.

Wykłady niniejsze zastosowane są głównie do nauki w domu lub w szkole. Nie należy jednak nigdy zaniedbywać, zwłaszcza w porze cieplejszych dni jesiennych i wiosennych, odbywania z uczniami wycieczek za miasto, do ogrodu, nad rzekę lub staw, w pole czy do lasu, gdzie nauczyciel znajdzie doskonałą sposobność do obeznania uczniów z przyrodążywioną, za mało uwzględnioną w niniejszym kursie, przeznaczonym przede wszystkim do nauki, opartej na okazach martwych, łatwych do zdobycia w porze zimowej w mieście. Jako podręcznik do poznania przyrodyżywionej polecamy gorąco książkę B o h d a n a D y a k o w s k i e g o: „Historja naturalna”. Kurs niższy, Cz. I i II, która stanowić będzie doskonale dopełnienie książki niniejszej, jeżeli nauczyciel postara się z zawartemi w niej wiadomościami obeznawać uczniów w czasie wycieczek, jeżeli zadawać z niej będzie uczniom do wykonania zadania w domu w czasie świąt, niedziel, feryj świątecznych i wakacyjnych, co przygotowuje uczniów do kursów następnych botaniki i zoologii i ułatwi je im znakomicie.

Podczas tych wycieczek nadarzy się też niejedna sposobność pogłębienia wiadomości, przytoczonych w niniejszym dziełku z dziedziny geologii, mineralogii, meteorologii i t. d., oraz zebrania materiału do dalszej nauki, zakładania zbiorów przyrodniczych, akwarjów i t. p. Systematyczne nauczanie tą drogą można w części przenieść do 2-go roku nauczania, którego miesiące zimowe poświęcić należy na krótki kurs fizyki (podług doskonałego dziełka prof. Wład. Natansona: „Początkowa nauka fizyki” i chemji, podług dziełka Roscoe: „Chemja”), miesiące zaś letnie na dalsze obeznawanie uczniów z przyrodążywioną, podług wzmiankowanego podręcznika Dyakowskiego.

Trzeci rok nauczania poświęcony być może bardziej systematycznemu kursowi mineralogji, geologii i geografji fizycznej (Karol F. Peters: „Mineralogja”, A. Geikie: „Geologja”, Dr. Wilh. Friedberg: „Zarys Geologii”, oraz Joh. Walther: „Wstęp do Geologii”, spolszczył Dr. Tad. Wiśniakowski; Aug. W. Witkowski: „Wiadomości początkowe z geografji fizycznej i meteorologii”), czwarty — botanice, podług doskonałego dziełka prof. Rostafińskiego: „Botanika szkolna” na klasy niższe z atlasem XV tablic barwnych (jako dopełnienie polecieć można uczniom D-ra Schmeila: „Świat roślinny” i W. J. Zielińskiego i C. Ostaszewskiego: „Botanika”); następne zaś lata — zoologii (podr. D-ra Józ. Nusbauma), anatomji, fizjologii i higienie człowieka (Dr. Noll: „Historja naturalna człowieka”, Jan Sosnowski: „Anatomja

i fizjologia człowieka”), oraz biologji ogólnej (Sosnowski i Jezierski: „Zarys biologji ogólnej”, Jan Sosnowski: „Z pracowni fizjologa” — podręcznik do doświadczeń fizjologicznych; Józ. Nusbaum: „Wiadomości początkowe z biologji”, polecając uczniom do czytania inne dzieła tegoż autora: „Szlakami wiedzy”, „Z teki biologa”, „Z zagadek życia” i t. p.); jako podręcznik do wykonywania doświadczeń w kursach niższych służyć może: T. Męczkowska i St. Rychterówna: „Zbiór ćwiczeń i doświadczeń z przyrody martwej”; wreszcie ostatnie lata kursu szkolnego przeznaczyć należy na systematyczny kurs fizyki (według podręcznika Woynicz-Sianożęckiego), chemji (Moycho i Zienkowski, Remsen) i kosmografji (M. Ernst i Al. Thieme), kończąc tem ogólny cykl wykładów, mających na celu wyrobienie w uczniach zdolności spostrzegania i logicznego zestawiania faktów, w celu obeznania ich z przyczynową zależnością zjawisk wogóle i z naszą zależnością od warunków otoczenia.

W celu rozszerzenia i dopełnienia wiadomości nabywanych przy pomocy nauczyciela, należy dawać uczniom do czytania książki, z których ważniejsze wymienione są w tekście.

W porównaniu z 1-em wydaniem niniejszego dziełka 2-gie, 3-cie i 4-te różnią się tem, że, idąc za radą krytyki, a zwłaszcza stosując się do życzenia kilku pedagogów, dopełniłem wykłady wzmiankowanemi już powyżej ustępami, przeznaczonemi dla uczniów starszych, dojrzalszych umysłowo i lepiej przygotowanych, co umożliwi stosowanie tego kursu także w zakresie nieco wyższym. Zawsze jednak trzymałem się tego, aby podawać tylko metody, wypróbowane dostatecznie w praktyce. Pragnąłem tem zachęcić innych pedagogów do ogłoszenia kursów metodycznych, przedstawiających wyniki ich pracy na polu nauczania. Tą drogą zyskałaby pedagogika materiał faktyczny, ułatwiający młodym nauczycielom dalszą pracę na trudnej drodze poznawania i kształcenia surowych umysłów.

Daleki jestem od przypuszczenia, aby praca moja mogła sama zastąpić ten dotkliwy brak naszego piśmiennictwa pedagogicznego, a jeżeli w braku lepszych wskazówek w tym kierunku, ośmieliłem się powyżej przytoczyć zarys planu wykładu nauk przyrodniczych, jeżeli w tekście dziełka doradzam te lub inne metody nauczania, mam zawsze na myśli tylko obowiązek sprawozdawczy człowieka, zajmującego posterunek na mało znanej i mało kontrolowanej publicznie drodze działalności społecznej. Nieraz u nas piszą o tem, czego należy uczyć; za mało jednak o tem, w jakim celu i jak nauka ma być prowadzona. Może dziełko to będzie małym przyczynkiem do tej



sprawy. Stawia ono sobie za cel tylko rozwijanie umysłu ucznia, drogą pobudzenia go do samodzielnego myślenia, do samodzielnego postrzegania i porównywania faktów, do wyprowadzania wniosków logicznych. Nie ma ono wcale na celu nauczania fizyki czy botaniki, dąży tylko do wprowadzenia ucznia na pole badań naukowych, dotyczących całego jego otoczenia i do rozszerzenia jego światopoglądu. Większą część sposobów i metod, zawartych w książce, byłem zmuszony obmyśleć samodzielnie. Podane są tylko te metody, które, niezależnie od poglądów teoretycznych, doprowadzały do najlepszych wyników w praktyce. Dodam wreszcie, iż znaczna większość doświadczeń, zaleconych w książce do wykonania, jak i rysunki schematyczne musiały być również oryginalnie obmyślane.

Szczęśliwym czuć się będę, jeżeli to 4-te wydanie, starannie przejrane i poprawione, dozna przyjęcia takiego, jakiem niezasłużenie cieszyły się trzy pierwsze.

Wydanie piąte nie różni się w niczem od czwartego.

## WYKŁAD I.

**Cel wykładu. — Co to jest świat. — Co nazywamy ciałem. — Własności ciał. — Barwy główne i ich odcienie.**

Celem naszej nauki jest poznać wszystko, co nas otacza, — wszystko, co się wokoło nas, choćby jak najdalej, znajduje, — wszystko, co tylko dojrzeć lub odczuć możemy, słowem, nauka nasza uczy nas poznawać świat cały. Wylieście, co się wokoło nas znajduje. (*Dzieci wylieczyły zwykle różne przedmioty, znajdujące się w pokoju; nauczyciel szeregiem pytań, np. Co się znajduje dalej jeszcze? A jeszcze dalej? i t. p. doprowadza uczniów do wylieczenia najważniejszych ciał na ziemi*). Wszystko to warto poznać; wylieczyście różne rzeczy na ziemi, później poznamy jeszcze i samą ziemię. A czy oprócz ziemi i wszystkiego, co się na niej znajduje, niczego już więcej nie ma? (Jest jeszcze słońce, księżyc, gwiazdy). Wszystko to razem nazywamy światem. Więc z czego się składa świat cały? (Z ziemi i wszystkiego, co się na niej znajduje, księżyc, słońce, gwiazdy).

Będziemy więc poznawali różne rzeczy i bliższe i dalsze, wszystko, co stanowi świat cały, bo wszystko jest za równo ważnem.

Przedewszystkiem jednak zapamiętajcie sobie, że w nauce nazywamy zwykle każdą rzecz, czyli każdy przedmiot, inaczej: c i a ł e m. Gdy więc mówię „ciało”, nie należy rozumieć tylko ciała ludzkiego lub zwierzęcego, lecz wogóle jakąkolwiek rzecz, którą można widzieć, poczuć smakiem lub powonieniem, albo w inny sposób poznać; więc



np. pióro — jest to ciało, ołówek — również, tak samo kalamaz, kawałek kredy, kamień, drzewo, zwierzę, gwiazda, gaz, powietrze i t. p. Więc co to znaczy: ciało? Wymieńcie jeszcze kilka ciał. Będziemy się więc uczyli poznawać różne ciała. Wszystkie są warte poznania, choć zwykle na większą ich część nie zwracamy wcale uwagi, gdyż zdaje się nam, że już je znamy. W rzeczywistości jednak najczęściej nie znamy ich wcale i niewielebyśmy mogli o nich powiedzieć.

Bo to nie dość jest wiedzieć, jak się każda rzecz nazywa i jak wygląda; gdy ją rozpatrzemy lepiej, gdy ją w różny sposób próbować i badać zaczniemy, gdy się zastanowimy, skąd ona się wzięła, co z niej jeszcze zrobić można, przekonamy się, żeśmy najciekawszych rzeczy o niej nie wiedzieli. Rzecz rzadka, nieznana, sama nam wpada w oko i zaciekawia, lecz na rzecz zwykłą, np. na kawałek kredy, na korek od butelki, na świecę stearynową, na brukowiec, którym brukuje ulice i t. p., ciągle patrzymy, nie zastanawiając się, skąd te ciała pochodzą, czym są, lub jak się robią. Nie tylko więc na rzadkie, lecz i na najzwyklejsze rzeczy trzeba zwracać uwagę, a nawet przedewszystkiem warto poznać to, z czym się na każdym kroku spotykamy, na co ciągle patrzymy.

Aby poznać ciało, trzeba przedewszystkiem przypatrzeć się, jak ono wygląda. Coby np. należało wiedzieć o piórze, które macie w ręku, aby dobrze je znać? (Jakiego jest koloru, kształtu, z czego jest zrobione, czy jest dobre, czy złe do pisania i t. d. *Dzieci, wyliczając własności, zaczynają zwykle od barwy ciała*). Dobrze; więc, aby poznać ciało, trzeba zbadać wszystkie jego własności i cechy, t. j. wszystko, czem się to ciało różni od innych ciał. Powtórzcie, co to znaczy poznać ciało? Co to jest własność ciała? (To, czem się jedno ciało różni od innych). Wyliczcie, jakie są ważniejsze własności ciał. (Barwa, kształt, materiał, z którego ciało jest zrobione lub utworzone, ciężar, twardość i t. d.). Później poznamy lepiej wszystkie własności, teraz zastanowimy się tylko nad temi, które od razu widzimy.

Weźmy np. kawałek kredy; coby można powiedzieć o kredzie? (*Dzieci dają zwykle odpowiedź: „Kreda jest biała, służy do pisania” i na tem się zatrzymują*). Rzeczywiście, przedewszystkiem rzuca się nam w oczy to, że kre-

da jest biała. Tak samo zwykle zwracamy uwagę przedewszystkiem na barwę ciała. Później zajmiemy się tem, dlaczego kreda pisze, a dziś pomówmy wogóle o barwach ciał.

Czy to dość jest powiedzieć, jaką barwę ma ciało, aby je poznać? Gdybym np. komuś powiedział, że mam przedmiot biały, czyby wiedział, co mam? (Nie). Dlaczego nie? (Bo jest jeszcze wiele przedmiotów białych). Wymieńcie kilka takich ciał białych. (Papier, świeca stearynowa, szkło mleczne, porcelana, mleko, śnieg, gips, wapno i wiele innych). Wymieńcie jeszcze kilka przykładów. Czy biała barwa jest w tych wszystkich ciałach jednakowa? Nie, jedne z tych ciał są bielsze, inne ciemniejsze. Weźcie kawałek wapna, papieru białego, porcelany i, jeżeli można, czystego śniegu lub przypomnijcie sobie kolor czystego śniegu (*nauczyciel winien kilka ciał podobnych mieć na lekcji i pokazać je uczniom*) i powiedzcie, które z tych ciał jest najmniej białe? (wapno). Jakie ono jest? (szarawe). Jaki z tych przedmiotów jest najbielszy? (śnieg). Czysta kreda jest też bardzo białą, bielszą od wapna i papieru, lecz ciemniejszą nieco od śniegu. Mamy więc jakby kilka białych barw, kilka odmian jednej barwy. Odmiany jednej barwy nazywamy jej o d c i e n i a m i; powiadamy, że np. biała barwa ma kilka odcieni: może być szarawo-biała, mleczno-biała, śnieżno-biała i t. d. Jaką będzie kreda? (mleczno-biała).

Powtórzcie, co to jest odcień barwy? Jakie są odcienie barwy białej? Wymieńcie inne barwy prócz białej. Ile jest głównych barw? (siedem). Jak się one nazywają? (czerwona, pomarańczowa, żółta, zielona, błękitna, niebieska, fioletowa). Barwy białej i czarnej nie zaliczamy do głównych; na przyszłych lekcjach dowiecie się, dlaczego, teraz zastanówmy się nad temi siedmioma głównymi.

Nazwijcie kilka ciał czerwonego koloru. Krew, wargi, marchew, róża, malina, cegła. (*Podaję tu, jak i zawsze, odpowiedź tak, jak je z ust dzieci najczęściej słyszałem*). Czy wszystkie te ciała są jednakowego czerwonego koloru? (Nie). Więc czerwona barwa posiada również odcienie? Wymieńcie, jak się nazywają główne odcienie barwy czerwonej? (cielisty, różowy, ceglasty, krwisty, malinowy, ponsowy, amarantowy). Czem nazywamy te kolory odcieniami jednej barwy czerwonej? Bo wszystkie te kolory



są podobne do siebie i różnią się tylko tem, że jedne są jaśniejsze, inne ciemniejsze. Skąd pochodzą nazwy: cielisty, różowy, ceglasty, krwisty, malinowy, amarantowy? Kolor podobny do koloru róży nazywamy różowym, podobny do koloru krwi — krwistym i t. d. Wymieńcie kilka ciał koloru żółtego (słoma, cytryna, bursztyn, złoto, szafran). Jak się nazywają odcienie barwy żółtej? (kremowy, słomkowy, cytrynowy, kanarkowy, złocisty, bursztynowy i t. d.). Wymieńcie kilka odcieni niebieskiego koloru (błękitny, szafirowy, granatowy, indygowy). Tak samo również i każda inna barwa posiada wiele odcieni, bo każda może być jaśniejszą lub ciemniejszą, jeszcze ciemniejszą i t. d.; np. barwa zielona może być jasno-zieloną, ciemno-zieloną, oliwkową i t. d. Mamy więc bardzo wiele odcieni (wszystkich dających się rozpoznać licząc do 40,000!), lecz głównych kolorów (nie licząc białego i czarnego) jest tylko siedem.

*(Przed zakończeniem wykładu winien nauczyciel powtórzyć zawsze w kilku słowach główną jego treść).*

**Streszczenie.** Celem nauk przyrodniczych jest poznać wszystko, co nas otacza, — wszystko, co się znajduje na ziemi, ziemię samą, słońce, księżyc, gwiazdy, czyli wogóle świat cały. Każdy przedmiot, każdą rzecz nazywamy w nauce ciałem. Jedne ciała różnią się od innych swemi własnościami, np. barwą, postacią, ciężarem, twardością i t. d. Barwy są różne; głównych znamy siedem: czerwoną, pomarańczową, żółtą, zieloną, błękitną, ciemno-niebieską, fioletową, — białej zaś i czarnej nie zaliczamy do głównych. Każda barwa może być jaśniejszą i ciemniejszą w różnym stopniu, stąd powstają różne odmiany każdej barwy, które nazywamy odcieniami; odcieniom nadajemy zwykle osobne nazwy. Główne odcienie barwy czerwonej są: cielisty, ceglasty, różowy, malinowy, krwisty, ponosowy, amarantowy; żółtej: śmietankowy, cytrynowy, kanarkowy, złocisty; niebieskiej: błękitny, szafirowy, granatowy. Barwa biała ma też odcienie, bywa np. szaro-biała, mleczna, śnieżna i t. p.; kreda np. jest barwy mleczno-białej.

Napiszcie na przyszłą lekcję odpowiedzi na następujące pytania (*nauczyciel dyktuje*): 1) Jak się nazywa w nauce inaczej każda rzecz? 2) Czem się różni jedno ciało od drugiego? 3) Ile jest barw głównych? 4) Jak się one na-

zywają? 5) Jak się nazywają odmiany jednej barwy? 6) Jakie są najważniejsze odcienie barwy czerwonej, żółtej i niebieskiej? 7) Jakie są ważniejsze odcienie barwy białej? 8) Jakiej barwy jest kreda?

## W Y K Ł A D II.

**Układ barw w tęczy, w pryzmatach szklanych i t. p. — Widmo słoneczne. — Daltonizm. — Potrzeba nabywania wprawy w rozpoznawaniu barw. — Ćwiczenia.**

*(Przedewszystkiem nauczyciel przegląda napisane przez uczniów odpowiedzi na zadane pytania i prostuje je: przekonawszy się, że uczniowie dobrze rozumieją poprzednią lekcję, każe jednemu z nich treść jej powtórzyć, a następnie dyktuje je wszystkim w poprawnej formie, według podanego powyżej streszczenia, co posłuży do późniejszych powtórzeń. Tego porządku należy się trzymać i nadal przy dalszych wykładach. Na streszczenia te przeznaczyć należy osobny zeszyt).*

Gdzie możemy zobaczyć wszystkie 7 głównych kolorów? (W tęczy). Kiedy i gdzie zjawia się tęcza? Wymień, w jakim porządku następują po sobie zawsze stale barwy tęczy (czerwona, pomarańczowa, żółta, zielona, błękitna, ciemno-niebieska, fioletowa). Zapamiętajcie sobie dobrze ten porządek, tak abyście zawsze mogli wymienić barwy w tym porządku, jak je widzimy w tęczy. Zauważcie przytem, że jedna barwa powtarza się tu dwa razy, występuje w dwu odcieniach; jaka? (niebieska). Możemy w tęczy wyraźnie odróżnić dwie barwy niebieskie: jasno-niebieską czyli błękitną i ciemno-niebieską, czyli granatową. Właściwie więc mamy tylko 6 głównych barw; jakie? (czerwona, pomarańczowa, żółta, zielona, niebieska, fioletowa). Te same barwy, w tym samym porządku jak w tęczy ułożone, zobaczyć możemy także, gdy pluskamy i podrzucamy wodę, stojąc plecami do słońca; widzimy je też w bańkach mydlanych. Pochodzi to stąd, że choć promień słońca jest jasny, bezbarwny, lecz gdy przechodzi przez kroplę wody, rozdziela się na siedem oddzielnych



promieni, różniących się barwą — i dlatego w kroplach deszczu lub innej wody widzimy siedem oddzielnych kolorów.

Często widzimy te barwy, lub niektóre z nich, w tym samym porządku, gdy promienie słoneczne przechodzą przez karafkę, napelnioną wodą, i padają na biały obrus. W tym razie widzimy obok karafki na stole jasną plamę, zabarwioną z brzegów na kilka kolorów. Tak samo widzimy jasny promień słońca rozłożony na 7 barw, gdy promień przechodzi przez szlifowane szkło, np. przez trójkątniaste szkiełka, zawieszane zwykle na żyrandolach i kandelabrach. Gdy patrzymy przez takie szkiełko na światło, np. w dzień jasny na okno, lub na jasny płomień lampy, widzimy w szkiełku jakby różne kolory. Z tego powodu i inne szkiełka szlifowane i brylanty mieniają się na słońcu lub przy sztucznem świetle różnemi barwami.

Bardzo piękną taką sztuczną tęczę można otrzymać, gdy zasłoniemy szczelnie okna pokoju tak, aby w nim zapanowała zupełna ciemność (gdy przykryjemy np. szczelnie okiennice) i zostawimy w okiennicy lub zasłonie jeden mały otworek, aby tylko wąski promień światła do pokoju wpadał; jeżeli na drodze tego promienia umieścimy duże trójkątniaste (tylko trzy płaskie ścianki boczne mające) szkło wpoprzek promienia, to na ścianie przeciwległej oknu w ciemnym pokoju zobaczymy jasny pasek światła, złożony z wyraźnych siedmiu barw tęczy. Sztuczna taka tęcza nazywa się widmem słonecznem. (*Nauczyciel winien pokazać przynajmniej kolorowy rysunek widma*). Podłużne szkło o gładkich ściankach nazywamy pryzmatem szklanym. Z tego wszystkiego wynika widocznie, iż jasny, bezbarwny promień światła składa się z siedmiu oddzielnych promieni barwnych, które, przechodząc przez szlifowane szkło, wodę i t. p., rozdzielają się, odchylają się od siebie. Taki promień jasny nie jest więc pojedynczym promieniem, lecz całą wiązką promieni. Dopóki wszystkie promienie barwne przebiegają przy sobie, tworząc jedną wiązkę, nie odróżniamy ich od siebie, sprawiają one wówczas w oku naszym wrażenie jednej barwy białej.

Poznaliśmy najważniejsze barwy. Starajcie się zawsze dobrze barwy przedmiotów rozpoznawać. Bardzo wiele ludzi źle odróżnia barwy i odcienie, a jest to przecież

najważniejsza rzecz przy poznawaniu przedmiotów dobrze rozpoznać ich barwę. Barwa przedmiotu przedewszystkiem rzuca się nam w oczy; nie potrzeba się przedmiotu dotknąć, nie potrzeba się zbliżyć i wąchać, lub próbować językiem, aby barwę poznać, — poznajemy ją zdala. Widzę zdaleka, że na tablicy leży gąbka i kreda; i choćby te dwa przedmioty były jednakowej wielkości i jednakowego kształtu, powiem odrazu, który jest kredą, a który gąbką. Gdy podchodzę do szafki, w której stoi kilka szklanek z płynami, np. jedna z mlekiem, druga z sokiem malinowym, trzecia z winem węgierskiem, czwarta z wodą i t. d., odrazu wybiorę potrzebny mi płyn, kierując się tylko jego barwą. A choć nie zawsze sama barwa wystarczy do poznania ciała, to jednak ileżby to było nieprzyjemnych pomyłek, gdybyśmy barw nie rozróżniali i wzięli np. szklankę z winem lub naftą, zamiast szklanki z mlekiem!

Są ludzie, cierpiący na taką dziwną chorobę wzroku, że nie odróżniają np. koloru czerwonego od szarego; to cierpienie nazywa się daltonizmem.

Ludzie, którzy od młodości pracują rękami, czyli, jak to powiadamy, pracują fizycznie, np. kowale, drwale, górnicy, ślusarze, stolarze, kosarze i t. d., mają ręce daleko zdrowsze, silniejsze od tych, którzy nigdy fizycznie nie pracują. Ludzie, którzy od dzieciństwa nie słyszeli muzyki i nie uczyli się jej, nie mają w niej zamiłowania, nie odróżniają różnych tonów i nie znają się na jej pięknie; ucho trzeba tak samo wprawiać w rozpoznawanie różnych tonów i dźwięków, jak rękę do różnej pracy.

Tak samo trzeba sobie od dzieciństwa wyrabiać wzrok. Weźcie sobie jak najwięcej przedmiotów różnych barw, np. opłatki lub perelki, różnokolorowe papierki, albo włóczkę, tak abyście mieli przedmioty wszystkich barw i rozmaitych odcieni, zmieszajcie je z sobą i następnie rozłóżcie wszystko na sześć oddzielnych kupek, odpowiednio do sześciu głównych barw, tak aby w każdej kupce znajdowały się przedmioty jednej barwy. Następnie rozłóżcie każdą kupkę na kilka części, odpowiednio do różnych odcieni, tak aby w każdej części były przedmioty nie tylko jednakowej barwy, lecz i jednego odcienia. Wskażcie następnie, która kupka odpowiada np. barwie krwi, która barwie naszego ciała, która — barwie waszych włosów, barwie marchwi, róży, liści, barwie pogodnego nieba i t. d.





(Dobrze byłoby, gdyby nauczyciel rozdał już na lekcji barwne ciała uczniom i poświęcił czas, pozostający do końca lekcji, lub też oddzielną lekcję, na przekonanie się podanym powyżej sposobem, o ile uczniowie jego dokładnie rozróżniają barwy i odcienie, i na udzielanie wskazówek, rozwijających pojęcie uczniów w danym kierunku. Wyników swych badań w tym względzie uczniom udzielać nie należy; zwłaszcza gdyby nauczyciel zauważył w uczniu wadę wzroku, polegającą na niewrażliwości na pewne barwy, należy wiadomości tej udzielić rodzicom, lecz nigdy bezpośrednio uczniowi).

(Następuje, jak zwykle, streszczenie wykładu i dyktowanie pytań).

**Streszczenie.** Siedem głównych barw zobaczyć można jednocześnie i zawsze w stałym porządku w tęczy, w bańkach mydlanych, w kroplach wody, gdy ją podzucamy w górę, stojąc plecami do słońca, — w szkiełkach trójkątnych i wogóle, gdy światło przechodzi przez wodę lub szlifowane szkło. Najlepiej widzimy je na ścianie ciemnego pokoju, do którego przez mały otworek wpada tylko wąski promyk słońca, jeżeli przed tym otworkiem trzymamy trójkątne szkło, czyli pryzmat szklany, tak aby ten promień przechodził przez pryzmat; taka sztuczna tęcza, otrzymana zapomocą pryzmatu, nazywa się widmem słonecznym. W tęczy, w bańkach mydlanych, w widmie słonecznym i t. p. następują po sobie barwy zawsze w następującym porządku, poczynając od dołu i postępując ku górze: czerwona, pomarańczowa, żółta, zielona, błękitna, ciemnoniebieska, fioletowa. Ponieważ w tych barwach mamy 2 odcienie jednej barwy niebieskiej, przeto głównych barw jest właściwie tylko sześć. Rozpoznanie barw jest bardzo ważne i należy do tego zawczasu wzrok wprawiać. Są ludzie, niezdolni odróżniać niektórych barw, zwłaszcza czerwonej; to cierpienie wzroku nazywa się daltonizmem.

**Pytania:** 1) Gdzie widzimy wszystkie siedem barw? 2) Co to jest widmo słoneczne? 3) W jakim porządku widzimy zawsze barwy w tęczy, w widmie słonecznym, w bańkach mydlanych, w trójkątnych szkiełkach i t. p.? 4) Jaka barwa występuje w dwu odcieniach w tęczy i w widmie? 5) Więc ile jest właściwie głównych barw? 6) Co rozumiemy pod wyrazem „daltonizm“?

## WYKŁAD III.\*)

**Barwa pomarańczowa, zielona i fioletowa są barwami mieszanymi. Dowody zapomocą porównań i doświadczeń. — Trzy barwy zasadnicze.**

Widzieliśmy na poprzednich lekcjach, że głównych barw jest tylko sześć. Właściwie jest ich jeszcze mniej, bo np. pomarańczowa barwa jest bardzo podobna to do czerwonej, to do żółtej; wygląda to tak, jakby tu do barwy czerwonej domieszana była żółta. W samej rzeczy, gdybyśmy rozrobili w wodzie farbę czerwoną, a w innej wodzie farbę żółtą i te dwie farby następnie zleli z sobą i zmieszali, otrzymalibyśmy z tego barwę pomarańczową. Zróbcie to sobie w domu po lekcji. Widzimy z tego, że pomarańczowa barwa nie jest odrębną barwą, lecz mieszaniną dwóch barw. W tęczy, w szkiełkach szlifowanych, w bańkach mydlanych, w wodzie, w widmie słonecznym widzimy pomarańczową barwę zawsze pomiędzy czerwoną a żółtą.

Weźmy teraz dwa szkła kolorowe, jedno słabo czerwone, drugie mocno żółte (*nauczyciel pokazuje szkła*), nałożymy jedno na drugie i patrzymy przez nie. Jakiego koloru wydają się wam oba szkła razem? (pomarańczowego). Zróbcie sobie jeszcze jedną ciekawą próbę: Wykrójcie z tektury lub deseczki (np. pudełka od cygar) krążek (*nauczyciel pokazuje krążek*) i zaklejcie go z jednej strony dwoma kawałkami kolorowego papieru, t. j. jedną połowę krążka zaklejcie wyciętym w półkrążek papierem czerwonym, drugą połowę z tej samej strony — papierem żółtym (lepiej jeszcze nakleić naprzemian kilka pasków czerwonego i żółtego papieru jednakowej wielkości); pośrodku krążka zróbcie otwór i nasadźcie krążek na patyczek, np. na zapalnik lub ołówek. Jeżeli teraz uderzeniem palca będziemy krążek szybko obracać, to jakiego on się wam wyda koloru? (pomarańczowego). Dlaczego nie widzimy tu oddzielnie papieru czerwonego i żółtego? Obie barwy tak się szybko przed oczyma migają, że w oczach miesza-

\*) Wykład niniejszy i połowę następnego przejść można tylko ze starszymi i bardziej rozwiniętymi umysłowo uczniami.



ją się z sobą i tworzą jedną barwę pośrednią, choć w rzeczywistości na krążku obie barwy się nie mieszały. Mamy dosyć już dowodów na to, że barwa pomarańczowa nie stanowi samoistnej barwy, lecz jest tylko mieszaniną barwy czerwonej i żółtej; możemy więc tę barwę wyłączyć z rzędu głównych.

Ale i z niektórymi innymi barwami zachodzi toż samo. Przypatrzmy się barwie zielonej; jest ona bardzo podobna do niebieskiej, tak podobna, że w nocy trudno nawet przy jasnym świetle lampy jedną od drugiej odróżnić. Istotnie, możemy łatwo z niebieskiej otrzymać barwę zieloną, domieszawszy do niebieskiej trochę żółtej. Barwa zielona jest mieszaniną niebieskiej z żółtą, tak samo jak pomarańczowa jest mieszaniną czerwonej z żółtą. Zmieszajcie sobie po lekcji farbę niebieską z żółtą; zobaczycie, że otrzymacie zieloną. W tęczy i w widmie słonecznym leży barwa zielona zawsze pomiędzy żółtą i niebieską (*nauczyciel pokazuje tablicę barw widma*), t. j. w tym miejscu, gdzie żółta styka się z niebieską. Weźmy dwa szkła: jedno — niebieskie, drugie — żółte (*nauczyciel pokazuje szkła*); gdy patrzymy przez oba razem, widzimy w nich tylko barwę zieloną. Jeżeli teraz nakleimy na krążek tekturowy papierki żółte i niebieskie i puścimy krążek w szybki obrót, wówczas żółta i niebieska barwa papierków tak się szybko przed oczyma naszymi miga, że te dwie barwy tworzą dla oka naszego jakby jedną barwę zieloną (*nauczyciel udowadnia to doświadczalnie*). Zieloną więc barwę wyłączyć również możemy z rzędu głównych.

To samo dotyczy wreszcie barwy fioletowej. Dobrze się przypatrzawszy tej barwie, widzimy, że ma ona w sobie coś czerwonego, a także coś niebieskiego (*nauczyciel pokazuje papier fioletowy, takąż włóczę lub coś podobnego i porównywa ich barwę fioletową z barwą papieru czerwonego i niebieskiego*). Zmieszajcie farbę czerwoną z niebieską, zawsze otrzymacie fioletową. Spójrzcie przez szkło czerwone i niebieskie razem złożone (*nauczyciel pokazuje odpowiednie szkła*), wydadzą się one wam fioletowymi. Zróbmy jeszcze próbę z naszym krążkiem, na który naklejmy papierki czerwone i niebieskie; gdy krążek obracamy, widzimy w miejsce tych dwu barw tylko jedną: fioletową (*nauczyciel demonstruje*). Tak samo więc jak barwa pomarańczowa powstaje ze zmieszania się barw

czerwonej i żółtej, tak samo, jak barwa zielona powstaje ze zmieszania żółtej i niebieskiej, tak również fioletowa jest tylko mieszaniną niebieskiej z czerwoną.

Gdybyśmy więc z liczby sześciu barw głównych wyłączyli te trzy: pomarańczową, zieloną i fioletową, jako powstające z innych barw, pozostałyby nam tylko 3 główne: czerwona, żółta i niebieska, które z żadnej innej barwy nie powstają. Te 3 barwy nazywać będziemy pierwotnymi lub zasadniczymi.

Zapamiętajcie więc sobie, że są tylko 3 pierwotne czyli zasadnicze barwy, z których wszystkie inne powstają: czerwona, żółta i niebieska. Gdy mamy tylko te trzy, możemy z nich wszystkie inne sami wytworzyć — zarówno 6 barw głównych, jak i wszystkie ich odcienie.

**Streszczenie.** Niektóre barwy główne powstają przez zmieszanie się innych; tak mieszanina barwy czerwonej z żółtą tworzy barwę pomarańczową, żółta z niebieską daje zieloną, niebieska z czerwoną — fioletową. Możemy się o tem przekonać, mieszając z sobą różne farby, mieszając różnobarwne proszki, mieszając cienkie niteczki włóczki lub t. p., składając różnokolorowe szkła, obracając szybko krążki, pokryte różnokolorowymi papierkami i t. p. — wskazuje to również i miejsce, w którym znajduje się zawsze barwa pomarańczowa, zielona i fioletowa w tęczy i widmie. Te barwy, ze zmieszania których powstają inne, nazywają się barwami pierwotnymi lub zasadniczymi. Takich pierwotnych barw jest trzy: czerwona, żółta i niebieska.

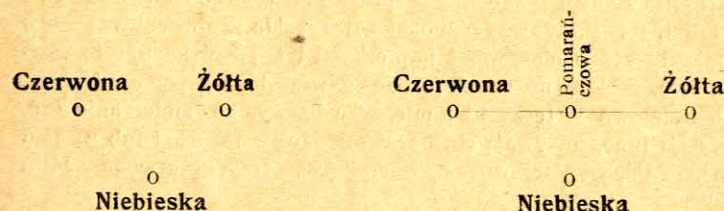
**Pytania:** 1) Z jakich barw powstają wszystkie inne? 2) Jak się te barwy nazywają? 3) Z jakich barw wytworzyć można barwę zieloną? 4) Wyliczcie kilka sposobów przekonania się o tem? 5) Z jakich barw wytworzyć można barwę fioletową? 6) Jakie barwy należy zmieszać, aby otrzymać barwę pomarańczową? Jakim sposobem przekonać się można, że barwa fioletowa powstaje ze zmieszania czerwonej i niebieskiej, a pomarańczowa jest mieszaniną czerwonej i żółtej?



## WYKŁAD IV.)\*

**Trójkąt barw.—Barwa biała i czarna.—Barwy dopełniające.—Marmur, jego barwy i zastosowanie.—Dlaczego żółta kreda źle pisze?—Ciała jednorodne i różnorodne.**

[Aby lepiej jeszcze utrwalić sobie w pamięci to, czegośmy się nauczyli na ostatniej lekcji, napiszcie sobie trzy pierwotne, zasadnicze barwy: czerwoną, żółtą i niebieską tak, jak je na tablicy piszę (*nauczyciel pisze tak, jak wskazuje rys. 1*), oznaczając sobie miejsce każdej barwy kółkiem lub grubym punktem. Aby oznaczyć, że czerwona barwa może się złączyć z żółtą, łączę prostą kreską punkt, oznaczający barwę czerwoną, z punktem, oznaczającym barwę żółtą. Aby pokazać dalej, że z połączenia tych dwu barw powstaje trzecia, nowa, pośrednia pomiędzy czerwoną i żółtą, stawiam pośrodku tej kreski mniejszy punkt



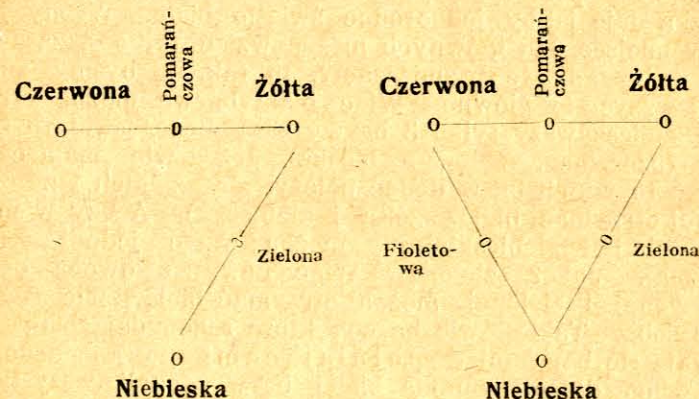
Rys. 1.

Rys. 2.

lub kółeczko i piszę przy niem mniejszemi literami nazwę barwy, która ze zmieszania czerwonej z żółtą powstaje, t. j. barwy pomarańczowej (rys. 2). Tak samo zaznaczam na rysunku dalej, że barwa żółta łączy się z niebieską i tworzy z nią nową barwę pośrednią: zieloną (rys. 3). Dalej w ten sam sposób zaznaczam, że z niebieskiej i czerwonej powstaje barwa pośrednia: fioletowa (rys. 4). Gdy spojrzymy teraz na rysunek, widzimy, że składa się on

\*) Część tego rozdziału, objęta nawiasem [], przeznaczona jest tylko dla uczniów starszych i odpowiednio rozwiniętych umysłowo.

z trzech prostych kresek, schodzących się z sobą w trzech punktach, czyli że jest trójkątem. Nazywamy go trójkątem barw. W trzech końcach tego trójkąta rozmieszczone są trzy pierwotne czyli zasadnicze barwy, a pomiędzy nimi trzy inne. Rysunek ten pokazuje, że każda z trzech barw zasadniczych łączy się z dwiema pozostałymi i tworzy nową barwę. Spojrzawszy na ten rysunek, łatwo sobie od razu przypomnieć, jakie są barwy zasadnicze i jakie z nich powstają. Wreszcie, jeżeli przeczytacie po kolei wszystkie barwy wypisane na tym rysunku, poczynając od czerwonej, zobaczycie, że mamy tu sześć barw głównych, następujących po sobie w takim porządku, w jakim idą barwy tęczy. Rysunek taki ułatwia więc spamiętanie wielu rzeczy.



Rys. 3.

Rys. 4.

Zapytacie pewnie jeszcze, jakabyśmy otrzymali barwę, zmieszawszy wszystkie barwy tęczy. Weźmy krążek, na którym naklejone są wszystkie te barwy (*nauczyciel pokazuje taki krążek*) i to tak, że jakiej barwy więcej jest w tęczy lub widmie, takiej i na krążku o tyle więcej naklejono. Gdy puścimy taki krążek w ruch, zobaczymy, gdy się wszystkie te barwy w oku naszym mieszają, tworzą wówczas jedną barwę: białawo-szarą. Gdy zmieszamy w jednym naczyniu farby wszystkich głównych barw, otrzymamy barwę ciemno-szarą.



Ale żadne farby, ani papiery kolorowe nie są nigdy tak czyste i jasne, jak prawdziwe barwy tęczy. Ciekawą jest więc rzeczą, jakabyśmy też barwę otrzymali, gdybyśmy mieszały wszystkie główne kolory w tak czystym i jasnym stanie, jak to widzimy w tęczy? Takich czystych barw ludzie zrobić nie umieją; ale im bardziej czyste barwy mieszamy, tem szara barwa, którą otrzymujemy, jest coraz bielszą; stąd domyślamy się, że gdyby wszystkie główne barwy, które mieszamy, były tak czyste, jak barwy tęczy, otrzymalibyśmy barwę zupełnie białą. Dlatego powiadamy, że biała barwa powstaje ze zmieszania się wszystkich barw głównych.

Widzieliśmy też, że dopóki wszystkie 7 promieni barwnych jasnej wiązki promieni słońca nie zostają rozszczepione przy pomocy pryzmatu czy innym sposobem, cała wiązka daje jakby jednorodne światło białe. Wiemy już, że w miejsce 6-iu głównych można wziąć tylko 3 zasadnicze, — bo gdy te 3 mieszamy, to tak, jakbyśmy mieszały wszystkie główne. Więc białą barwę można otrzymać, mieszawszy tylko 3 barwy zasadnicze; jakie to barwy? (czerwona, żółta, niebieska). Jeżeli więc mam czerwoną, to jakich barw dodać należy, aby z nich i z czerwoną otrzymać białą? (żółtą i niebieską). A czy w miejsce żółtej i niebieskiej nie można wziąć jednej tylko? (można). Jaką? (zieloną). Więc nawet z dwóch barw: czerwonej i zielonej, można otrzymać białą, mieszawszy je z sobą. Takie dwie barwy, które razem dają białą, nazywają się barwami dopełniającymi, bo każda dopełnia drugą dla otrzymania białej barwy, czyli wszystkich barw razem. Jakich barw należy dodać do żółtej, aby otrzymać białą? (niebieską i czerwoną). A w miejsce tych dwu jakaby można wziąć jedną? (fioletową). Więc żółta i fioletowa to także barwy dopełniające. Jakich barw należy dodać do niebieskiej, aby otrzymać białą (czerwoną i żółtą). A w miejsce tych dwu jaką można dodać jedną? (pomarańczową). Więc jakie jeszcze poznaliśmy dwie barwy dopełniające? (niebieską i pomarańczową). Wyliczcie raz jeszcze wszystkie trzy pary barw dopełniających. W naszym rysunku naprzeciw każdej barwy stoi jej dopełniająca; rysunek ten ułatwi więc jeszcze i zapamiętanie barw dopełniających.

A czem jest barwa czarna? Czarnym wydaje się nam każdy przedmiot, który nie ma żadnej barwy. Jakimi wydają się nam np. wszystkie ciała w ciemności, gdy nie możemy odróżnić w przedmiotach barwy im właściwej? (czarnymi). Jakimi wydają się nam ciała o zmroku, gdy barwy występują niewyraźnie? (szaremi). (*Bliższe wyjaśnienie natury barw, oparte na rozkładzie i odbiciu promieni światła, jest już zwykle dla dzieci niedostępne*). Dlatego to nie zaliczyliśmy barwy białej i czarnej do barw głównych; biała bowiem barwa jest tylko mieszaniną wszystkich innych barw, czarna zaś przedstawia brak wszelkiej barwy].

Gdyś się zapytał na pierwszej lekcji, jakie ciała bywają białego koloru, wyliczyliście mi kilka przedmiotów. Powiedzcie jeszcze, jak się nazywa biały kamień, z którego wyrabiają pomniki, nagrobki, figury, biusty, kolumny i schody pięknych gmachów i t. p.? (marmur). Co jeszcze wyrabiają z marmuru? (tafle do stolików i umywalni, wanny, parapety u okien, przyciski, popielniczki i wiele innych). Czy marmur bywa zawsze biały? Jakiej barwy bywają jeszcze marmury? (szarej, żółtej, niebieskawej, czerwonej, zupełnie czarnej). Papier także może być różnej barwy, a to dlatego, że ludzie farbują go na różne kolory; czy i marmury bywają sztucznie przez ludzi zabarwiane na te kolory, czy też posiadają one te barwy same z siebie? Marmury mają różne barwy same z siebie, tak np. jak liść jest zielony sam z siebie, powiadamy, że są to ich barwy naturalne. Czy kreda może mieć różne barwy naturalne? Nie, kreda jest zawsze białą; czasami sprzedają kredę kolorową, ale taka jest sztucznie zabarwioną. Niekiedy widzimy kredę żółtawą, taka niedobrze pisze; i gdy pisząc kredą, przypadkiem natrafimy na taki kawałek żółty, wówczas rysujemy tablicę jakby żelazem i niczego napisać nie możemy. Pochodzi to stąd, że w takiej żółtej kredzie rzeczywiście znajduje się ziemia, zawierająca rdzę żelazną \*).

Wróćmy jeszcze do marmuru; powiedzcie mi, czy wszystkie marmury są w całej masie jednostajnej barwy, np. czy

\*) To objaśnienie zmuszony jestem wstawić dlatego, że dzieci zawsze same w tem miejscu zadają pytanie, skąd pochodzi kreda żółta i dlaczego ona źle pisze.



każdy marmur jest zawsze jednostajnie biały, jednostajnie czerwony lub czarny? Nie, są marmury czarne z białymi plamkami lub żyłkami, białe z niebieskimi, zielonemi, czerwonymi żyłkami i t. d. Takie marmury nazywamy wogóle pstremi; są one mniej cenione od marmurów jednolitej barwy. Czy i kreda bywa pstra? Nie, kreda jest zawsze jednostajnie biała. Weźcie kawałek białego marmuru i porównajcie go z kredą; co jest bielsze: kreda czy marmur? Marmur jest bielszy, jest śnieżnej białości, kreda jest nieco ciemniejsza. Weźcie kawałek marmuru czarnego lub czerwonego, albo pstrego; zróbcie na nim kreskę kawałkiem szkła lub innym ostrym, twardym przedmiotem i zobaczcie, jakiego koloru jest ta kreska. Zarówno w czarnym, jak w czerwonym i każdym innym marmurze kreska jest białą; wzdłuż niej leży proszek marmuru, który od potarcia szkłem stał się i wysypał z zagłębienia kresy; ten proszek jest też biały. Dowodzi to, że właściwa barwa każdego marmuru jest biała, — inne barwy pochodzą stąd, że marmur jest złożony z innymi kamieniami, ziemią lub metalami. Marmur czerwony, czarny lub pstry jest więc złożony z różnego rodzaju kamieni i ciał; powiadamy, że jest to kamień różnorodny; marmur jednostajnie biały jest j e d n o r o d n y. A kreda jaką jest? Jaką jest czysta woda, czyste powietrze, czyste szkło, czysta sól, czysty cukier, czysta miedź?

**Streszczenie.** [Wszystkie barwy tęczowe zmieszane z sobą tworzą jedną barwę — białą. Można się o tem przekonać, mieszając z sobą czyste jasne farby w takim stosunku, w jakim znajdują się w tęczy i w widmie, lub lepiej jeszcze — obracając szybko krążek, na którym namalowano te barwy czystymi farbami w takim porządku i w takim stosunku, w jakim te barwy występują w tęczy lub w widmie. W miejsce wszystkich barw głównych zmieszać można w odpowiednim stosunku 3 pierwotne czyli zasadnicze, t. j. czerwoną, żółtą i niebieską. Z tego wynika, że można zawsze wybrać 2 barwy, które zmieszane z sobą dadzą białą; takie dwie barwy nazywają się dopełniającemi: są więc 3 pary dopełniających barw: czerwona i zielona, żółta i fioletowa, niebieska i pomarańczowa. Jeżeli ciało nie ma żadnej barwy, powiadamy, że jest czarnej. Jedno ciało może mieć różne barwy, jak np. marmur. Marmur bez domieszek jest zawsze biały, o czem przekonywa kreska, zrobiona na czarnym lub pstrym marmurze ostrym przedmiotem.

Marmur pstry jest ciałem różnorodnem; kreda — jednorodnem, z jednostajną barwą białą; czasami tylko zawiera kreda domieszkę rdzy żelaznej i wtedy jest żółtą.

**Pytania:** [1) Cobyśmy otrzymali, zmieszawszy wszystkie 6 barw głównych, lub 3 zasadnicze, w takim stosunku, w jakim one są w tęczy i w widmie? 2) Jakim sposobem najlepiej pokazać można, że barwy tęczowe zmieszane z sobą, jeżeli są zupełnie czyste, dadzą barwę białą? 3) Jakie ciała nazywamy czarnymi? 4) Jaki kamień bywa różnych barw nawet w jednym kawałku? 5) Od czego to pochodzi? 6) Jaka jest naturalna barwa czystego marmuru? 7) Jak się o tem można przekonać? 8) Jakich barw bywa najczęściej marmur? 9) Jakie marmury są najbardziej, jakie najmniej cenione. 10) Do czego używa się marmur? 11) Co to są ciała różnorodne i jednorodne? 12) Od czego pochodzą żółte kawałki, napotymane często w kredzie? 13) Jaką bywa poza tem cała kreda?

## W Y K Ł A D V.

**Odłam minerału. — Połysk i jego stopnie. — Stopnie przezroczystości. Szpat islandzki i podwójne załamanie światła. — Barwa, połysk, przezroczystość i wymiary ciała nie wystarczają do określenia minerału.**

Na pierwszej lekcji powiedzieliśmy, że sama barwa nie wystarcza do określenia ciała, bo zupełnie różne ciała mogą mieć jednakową barwę. Na ostatniej lekcji widzieliśmy, że i naodwrot, jedno ciało, np. marmur, może mieć rozmaite barwy.

Na samej więc barwie niezupełnie można polegać, chcąc rozpoznać ciało; poszukajmy, po czemy jeszcze można ciała odróżnić. Przypatrzcie się jeszcze kawałkowi białego marmuru, ale patrzcie nie na jego powierzchnię, gładką, odpolerowaną, lecz na to miejsce, gdzie został przełamany, czyli, jak się krótko wyrażamy, na jego o d ł a m. Dziwi to was, że jest zupełnie podobny do cukru; rzeczywiście, widzicie, że się składa z drobnych, błyszczących ziarenek, zupełnie tak, jak cukier. Gładka jego po-



wierzchnia także nieco błyszczy, zwłaszcza, gdy jest świeżo odpolerowana; z czasem traci połysk. Marmur więc połyskuje, a kreda? (Nie ma połysku). Jedne więc ciała mają połysk, inne nie; te ostatnie nazywamy matowymi. Wyliczcie kilka ciał, odznaczających się połyskiem. (Szkło, metale, brylanty i t. d.). Czy wszystkie te ciała mają jednakowy połysk? — porównaj marmur ze szkłem, czy jednakowo silnie połyskują? Nie, szkło ma połysk silniejszy. Różne więc ciała mają różny stopień połysku; można je odróżniać po tej własności. Najsilniejszy połysk ma czyste srebro, złoto, cyna, dobrze odpolerowany i wyczyszczony mosiądz, wyczyszczona stal i wogóle metale; taki połysk nazywamy metalicznym lub kruszcowym, metal bowiem nazywamy inaczej kruszczem. Tylko brylanty iskrzą się czasem silniejszym blaskiem. Taki połysk, jaki daje szkło, nazywamy szklistym; marmur, perły, masa perłowa, jedwab i inne ciała mają znacznie słabszy połysk, który nazywamy perłowym, lub jedwabistym. Ciała tłuste, jak np. sadło, łój, żywność, smoła, oliwa, masło, nafta, mają też połysk, ale bardzo słaby, nazywamy go tłustym. Jest to już najsłabszy połysk; bardzo wiele ciał go posiada. Są wreszcie ciała bez żadnego połysku, czyli matowe. Wyliczcie kilka takich ciał.

Weźmy jeszcze ten sam kawałek marmuru i kawałek kredy i spójrzmy przez te ciała na światło; jaką widzimy między nimi różnicę? Marmur jest jaśniejszy od kredy; brzegi marmuru trochę przeświecają, kreda jest zupełnie ciemną. Choć marmur prześwieca, lecz czy możemy widzieć przez marmur przedmioty, znajdujące się poza nim? (Nie). Zapamiętajcie więc sobie, że marmur nie jest przezroczysty, jest tylko przeświecający. A papier jakim jest? (przeświecający). Wymieńcie mi teraz kilka ciał przezroczystych. (Szkło, woda, powietrze). A bibułka angielska jaką jest? Połóżcie kawałek bibuły angielskiej na otwartej książce; czy możecie przez nią czytać? (Tak). Więc przez taką bibułkę widać przedmioty, które się za nią znajdują; bibułka angielska jest też przezroczystą, lecz nie tak przezroczystą, jak szkło. Są więc ciała bardziej przezroczyste, mniej przezroczyste, nieprzezroczyste ale przeświecające, i wreszcie zupełnie nieprzezroczyste i nieprzeświecające. Dajcie jeszcze kilka przykła-

dów na każdy z tych rodzajów ciał. Jakich ciał jest więcej — przezroczystych, czy nieprzezroczystych? Jakby to powiedzieć wogóle, co to znaczy ciało przezroczyste? Jest to ciało, przez które możemy widzieć przedmioty, znajdujące się poza tem ciałem. Istnieje kamień podobny do szkła i przezroczysty, przez który jednak widzimy każdy przedmiot podwójnie. Jeżeli na papierze narysujemy kreskę lub kropkę i położymy na ten rysunek ów dziwny kamień, zobaczymy w miejsce jednej dwie kreski lub dwa punkty; gdy położymy go na litery książki, wówczas każda litera wyda się nam podwójną; kamień ten nazywa się szpatem islandzkim czyli wapieniem dwójłonnym (rys. 5).

Jakie poznaliśmy dotąd cechy ciał? (Barwę, połysk, przezroczystość). Wszystkie te trzy cechy zewnętrzne, które remi jedno ciała od innych się różnią, poznajemy odrazu zdaleka, przy pomocy tylko naszego wzroku, nie potrzebując wcale dotykać się tych ciał. Czy to dość jednak tych trzech cech dla poznania ciała? Czy wystarczy powiedzieć, że np. kreda jest biała, matowa i nieprzezroczysta? Weźcie kawałek krochmalu, łatwo go dostać można



Rys. 5.

(nauczyciel pokazuje kawałek krochmalu); jest on także biały, zupełnie tej samej barwy, co i kreda, i również nie ma połysku, ani przezroczystości. Figurki gipsowe, które widzicie po mieszkaniach, są również białe, matowe i nieprzezroczyste. Wszystkie więc te trzy cechy razem wzięte jeszcze nie są dostateczne do określenia ciała. Powiecie może, że kawałki krochmalu są małe, a kreda może być w dużych kawałach, ale przecież i kreda może być w małych kawałkach. Gdy mówię o nieznanym człowieku, którego spotkałem, i opisuję, jak wygląda, — dodaję zwykle, jakiego jest wzrostu; tak samo, gdy opisuję zwierzę lub roślinę, dodaję: czy są małe, czy duże i jak duże; lecz gdy mówię, jak wygląda kreda, marmur czy wapno, wówczas nie opisuję ich wielkości, bo te ciała mogą być najrozmaitszych wymiarów i to rzeczy



nie zmienia. Wszystkie więc cechy, o których mówiliśmy: barwa, połysk, przezroczystość, i wielkość, są wprawdzie bardzo pomocne przy odróżnianiu jednego ciała od drugiego, jednakże wszystkie razem jeszcze nie wystarczają do zrozumienia, czym jest ciało, o którym mówimy.

**Streszczenie.** Jedno ciało może mieć rozmaite barwy, na odwrót — różne ciała mogą mieć taką samą barwę; z tego powodu nie można na pewno poznać ciała z samej tylko barwy. Również łatwo, jak barwę, dostrzec można w ciałach jednocześnie połysk i przezroczystość; te własności poznajemy także zdaleka wzrokiem tylko. Połysk bywa u różnych ciał rozmaity: bardzo silny czyli metaliczny, albo kruszcowy, słabszy nieco czyli szklisty, jeszcze słabszy czyli perłowy, albo jedwabisty, najsłabszy nazywamy tłustym. Wiele ciał nie ma wcale połysku, czyli są matowe. Przezroczystość jest to własność niektórych ciał, pozwalająca przez te ciała widzieć inne przedmioty, za nimi się znajdujące. Najbardziej przezroczystymi są: powietrze, woda i szkło; inne ciała mogą być wółprzezroczyste, lub tylko przeświecające; najwięcej jest ciał wcale nieprzezroczystych. Barwa, połysk i przezroczystość nie są jeszcze dostateczne do określenia ciała; to samo dotyczy się i wielkości, czyli *w y m i a r ó w* ciał.

**Pytania:** 1) Dlaczego z samej barwy nie możemy poznać na pewno przedmiotów? 2) Co dostrzegamy wzrokiem prócz barwy w ciałach? 3) Jak nazywamy najsilniejszy połysk? 4) Jak nazywamy ciała, nie mające żadnego połysku? 5) Jakie ciała są najbardziej przezroczyste? 6) Wymieńcie kilka ciał przeświecających? 7) Jaką własność ma szpat islandzki? 8) Wyliczcie, jakie cechy ciał dotąd poznaliśmy, i napiszcie, czy są one wystarczające do rozpoznania ciała? 9) Wyliczcie kilka ciał, któreby miały zupełnie jednakową barwę, połysk i przezroczystość, lub takie, któreby były jednakowej barwy, matowe i nieprzezroczyste.

## W Y K Ł A D VI.

**Kształt ciał.—Trójkąt, czworokąt, kwadrat, wielokąt.**

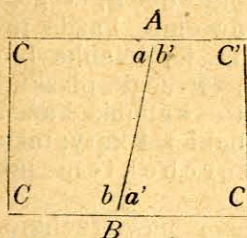
Rozpatrzyliśmy już kilka własności ciał. Przekonałście się przytem, że są ciała zupełnie różne, mające jednak te same cechy, mające np. jednakową barwę, taki sam

połysk, są jednakowo przezroczyste lub nieprzezroczyste. Poszukajmy, po czem możnaby jeszcze rozpoznać ciało. Przecież, gdy widzę zdaleka nawet w bardzo wielkiej odległości drzewo, to jakkolwiek nie widzę jego barwy, mogę poznać, że to jest drzewo, a nie zwierzę, ani dom lub góra. Po czem to poznaję? z kształtu ciała). Kształt więc jest też cechą ważną, po której można ciała rozpoznawać. Poznajmy, co to jest kształt czyli postać ciała i jakie są najważniejsze kształty ciał. Jakiego kształtu jest pióro, które mam w ręku? Jest podługne, zaokrąglone, na końcu np. spłaszczone i zaostrome i t. d. Jakiego kształtu jest pień drzewa? Jest podługny, prosty, zaokrąglony z boków. Opiszcie kształt węża, ryby, beczki, konewki. Jakiego kształtu jest zwyczajna drewniana skrzynia? Ma sześć płaskich powierzchni: 4 boczne nazywamy ściankami, 1 dolną—dnem, 1 górną—przykrywą. Ile brzegów i ile rogów ma każda taka płaska powierzchnia skrzyni, np. każda jej ścianka lub dno albo przykrywa? 4 brzegi i 4 rogi. Brzegi płaskiej powierzchni nazywamy bokiem, a rogi — kątami; każda więc płaska powierzchnia skrzyni ma 4 boki i 4 kąty; taka płaska powierzchnia nazywa się czworobokiem lub czworokątem.

Opisać kształt ciała znaczy opisać jego powierzchnię. Kształt pióra i skrzyni opisać łatwo; czy tak samo łatwo opisać kształt kredy? Powierzchnia kredy jest bardzo nierówna, opisać wszystkie jej zagłębienia i wypukłości byłoby trudno; prócz tego kreda w ręku ciągle się ściera i kształt swój przez to zmienia, a przytem każdy kawałek kredy ma inny kształt. Opisać więc kształt czyli postać kredy nie łatwo i niema celu. Takie ciała, jak kreda, nazywamy *nieforemnemi*; lepiej byłoby powiedzieć, że mają kształt nieokreślony. Wymieńcie jeszcze kilka takich ciał. (Wapno, glina, masło, woda i wszystkie płyny, powietrze, para, dym, gaz i t. p.). Jedne więc ciała mają kształt wyraźny, stały i prawidłowy — takie ciała nazywamy *foremnemi*; inne mają postać nieokreśloną, zmienną, czyli są *nieforemne*. Powierzchnie ciał dających się łatwo opisać są albo płaskie, jak np. w skrzyni, szafie, tablicy, ścianach pokoju i t. p., — albo są zaokrąglone, wypukłe lub wklęsłe, np. w ręczce od pióra, w pniu drzewa, w kuli, beczce i t. p.



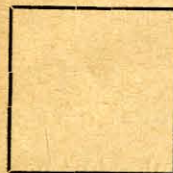
Poznajmy naprzód płaskie powierzchnie ciał. Weźcie ćwiartkę papieru; jakiego ona jest kształtu? (Czworobok). Przedzielcie tę ćwiartkę na dwie połowy, ale linią skośną. (Nauczyciel wskazuje kierunek na ćwiartce papieru; na rysunku 6 kierunek ten oznaczony jest linią  $A B$ ). Każda z tych połówek ćwiartki ma znów 4 boki i 4 kąty, więc czym jest? (czworobokiem czyli czworokątem). Ale zauważcie, że kąty w tych dwóch czworobokach nie są jednakowe. W każdej połowce są dwa kąty (rys. 6.  $C, C, C, C$ ), zupełnie równej wielkości i zupełnie równe dwom kątom w drugiej połowce; można się o tem łatwo przekonać, nakładając te dwie połówki na siebie, lub nakładając na siebie te dwa kąty w jednej połowce (nauczyciel wskazuje, jak należy kąty nałożyć); lecz dwa pozostałe kąty w każdej połowce nie są podobne ani do siebie, ani do innych kątów ćwiartki. Jeden z nich (rys. 6  $a a'$ ) jest węższy od innych, drugi zaś (rys. 6,  $b b'$ ) jest znów daleko szerszy od innych. Boki także nie są wszystkie w tych połówkach ćwiartki jednakowe: jedne są dłuższe, drugie — krótsze. W czworoboku więc, czyli czworokącie, mogą być boki i kąty różnej wielkości. Weźcie teraz całą ćwiartkę papieru; widzicie, że wszystkie kąty są w niej jednakowe; a boki w całej ćwiartce czy są również jednakowe? (2 boki są dłuższe, 2 krótsze). Taki czworokąt, mający wszystkie 4 kąty jednakowe, lecz boki nierówne, nazywa się prostokątem. Odmierzcie teraz na dłuższych bokach ćwiartki papieru linje takiej długości, jak krótszy bok ćwiartki, tak aby papier miał jednakową długość i szerokość, i odetnijcie zbywający kawałek ćwiartki. Utrzymaliśmy teraz prostokąt, który ma nie tylko wszystkie 4 kąty, lecz i wszystkie 4 boki jednakowe; taki prostokąt nazywa się kwadratem (rys. 7). Powtórzcie, co to jest czworobok? Co to jest prostokąt? Co nazywamy kwadratem? Wskażcie przedmioty, któreby miały powierzchnie czworokątne, prostokątne lub kwadratowe. (czy może być powierzchnia, któraby miała tylko 3 boki? Obetnij papier tak, aby miał tylko 3 boki, widzisz, że ma także 3 kąty; taką powierzchnię nazywamy trójkątem



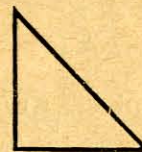
Rys. 6.

nakowe; a boki w całej ćwiartce czy są również jednakowe? (2 boki są dłuższe, 2 krótsze). Taki czworokąt, mający wszystkie 4 kąty jednakowe, lecz boki nierówne, nazywa się prostokątem. Odmierzcie teraz na dłuższych bokach ćwiartki papieru linje takiej długości, jak krótszy bok ćwiartki, tak aby papier miał jednakową długość i szerokość, i odetnijcie zbywający kawałek ćwiartki. Utrzymaliśmy teraz prostokąt, który ma nie tylko wszystkie 4 kąty, lecz i wszystkie 4 boki jednakowe; taki prostokąt nazywa się kwadratem (rys. 7). Powtórzcie, co to jest czworobok? Co to jest prostokąt? Co nazywamy kwadratem? Wskażcie przedmioty, któreby miały powierzchnie czworokątne, prostokątne lub kwadratowe. (czy może być powierzchnia, któraby miała tylko 3 boki? Obetnij papier tak, aby miał tylko 3 boki, widzisz, że ma także 3 kąty; taką powierzchnię nazywamy trójkątem

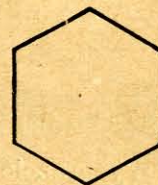
(rys. 8). Powierzchnia nie może mieć mniej jak 3 boki, ale więcej może mieć zawsze. Mogą być powierzchnie, mające np. 5 boków i 5 kątów, czyli pięciokąty, 6 boków i zarazem 6 kątów, czyli sześciokąty (rys. 9), — tak samo mogą być siedmiokąty, ośmiokąty i t. d.



Rys. 7.



Rys. 8.



Rys. 9.

(Nauczyciel rysuje wszystkie figury na tablicy). Narysujcie trójkąt, jakikolwiek czworokąt o nierównych kątach i bokach, prostokąt, kwadrat, pięciokąt i sześciokąt.

**Streszczenie.** Opisać kształt czyli postać ciała znaczy opisać jego powierzchnię. Ciała, mające kształty prawidłowe, dające się łatwo opisać, nazywamy foremne; ciała, mające kształt nieokreślony i niestały, nazywamy nieforemne. Powierzchnie płaskie są ograniczone ze wszystkich stron prostymi linjami czyli bokami, róg powierzchni między dwoma bokami nazywa się kątem. Powierzchnie płaskie mają tyle boków, ile kątów; najmniej muszą mieć 3 boki i 3 kąty — i wtedy nazywamy je trójkątami. Powierzchnia płaska, mająca 4 boki i 4 kąty, nazywa się czworokątem, mająca 5 boków i 5 kątów — pięciokątem i t. d. Czworobok, mający wszystkie 4 kąty równe, a boki nierówne, nazywa się prostokątem; mający zaś wszystkie boki i wszystkie kąty równe nazywa się kwadratem.

(W całym niniejszym, jak i w 2 następnych wykładach, nie chodzi o ścisłe określenia geometryczne figur, z którymi uczniowie bliżej zapoznają się jeszcze w geometrii, lecz tylko o ogólne, praktyczne, poglądowe obznajmienie uczniów z kształtami zasadniczych form).

**Pytania:** 1) Co to znaczy opisać kształt czyli postać ciała? 2) Czy wszystkie ciała mają kształty foremne, dające się łatwo opisać? 3) Wyliczcie kilka ciał nieforemnych. 4) Jakimi mo-



gą być powierzchnie ciał foremnych? 5) Czem są ograniczone powierzchnie płaskie? 6) Jaka jest najmniejsza ilość boków w powierzchniach płaskich? 7) Co to jest trójkąt? 8) Co to jest czworokąt? 9) Co nazywamy prostokątem? 10) Co to jest kwadrat? 11) Co to jest pięciokąt? 12) Co to jest sześciokąt?

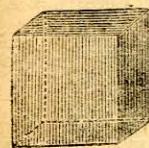
## WYKŁAD VII.

### Sześcian, pryzmat, piramida.—Kryształ; kryształ górski.

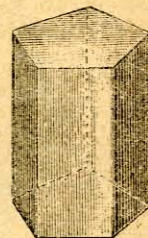
Wyobraźcie sobie skrzynkę o sześciu ściankach: 4 bocznych, 1 górnej i 1 dolnej, ale taką, żeby wszystkie ścianki były zupełnie jednakowej wielkości. (*Nauczyciel pokazuje sześcian, zrobiony z drzewa, tektury lub gipsu*). Przypatrzcie się temu ciału i powiedzcie, czym jest każda jego ścianka? (kwadratem). Jakkolwiek postawimy takie ciało, będzie ono miało jednakową długość, szerokość i wysokość; wszystko jedno, którą ściankę będziemy uważali za górną, którą za dolną, które za boczne, bo wszystkie są jednakowe. Taki kształt ciała nazywamy sześcianem (rys. 10). Więc powtórzcie, co to jest sześcian? (Kształt ciała, mającego 6 ścian kwadratowych jednakiej wielkości). Narysujcie sześcian. (*Uczniowie rysują z modelu, nauczyciel poprawia rysunek, następnie rysuje na tablicy, objaśniając, dlaczego należy tak rysować; uczniowie przerysowują*). Wyobraźcie sobie teraz, że w sześcianie byłyby ścianki niejednakowej wielkości, że boczne ścianki byłyby np. dłuższe lub krótsze; wtedy mamy pryzmat czyli graniastosłup. (*Nauczyciel pokazuje drewniany lub tekturowy pryzmat czworoboczny: tak samo sześcian, jak pryzmaty i wszystkie inne figury, o których dalej mowa, można kazać ulepić uczniom z gliny, krajać z kartofla i t. p., lub wycinać i sklejać z papieru według szablonów, które nauczyciel rysuje w wielkim formacie na tablicy*). Zauważcie, że w tym pryzmacie mamy także 6 ścianek: 1 górną i 1 dolną, obie nazywamy podstawami—i 4 boczne, ale większe od podstaw; boczne ścianki nie są już kwadratami. Pryzmat niekoniecznie musi mieć 6 ścianek, może ich mieć tylko 5, t. j. dwie podstawy i 3 ścianki boczne. (*Nauczyciel pokazuje pryzmat trójboczny*). W ta-

kim pryzmacie podstawy są trójkątami, ale boczne ścianki są zawsze, jak w każdym pryzmacie, prostokątami. Wiecie już, że szkiełka, wiszące u kandelabrow i żyrandoli, są szlifowane w takie pryzmaty. Pryzmat o trzech bocznych ściankach nazywa się pryzmatem trójbocznym albo trójsściennym, lub trójgraniastym; jeżeli zaś pryzmat ma 4 boczne ścianki, jak poprzedni, nazywa się czworobocznym lub czworosściennym, albo inaczej czworograniastym.

Tak samo może być pryzmat pięcioboczny, czyli pięciosścienny, albo pięciograniasty. (*Nauczyciel pokazuje*). I taki ma również 2 podstawy. Jak się nazywa powierzchnia takiego kształtu, jaką widzimy w tych podstawach? (Pięciokąt). Czem są boczne ścianki tego pryzmatu? (Prostokąty). Ile jest tych bocznych ścianek w pryzmacie pięciosściennym? (Pięć) (rys. 11).



Rys. 10.



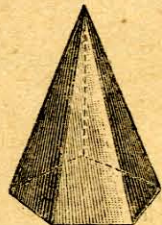
Rys. 11.

Weźmy teraz pryzmat sześcioboczny, czyli sześcioscienny, albo inaczej sześciograniasty. (*Nauczyciel pokazuje*). Ile ma podstaw? (Dwie). Czem są te podstawy? (Sześciokąty). Czem są boczne jego ścianki? (Prostokąty). Ile jest tych bocznych ścianek? (Sześć). Jakby się nazywał pryzmat, mający 7 bocznych ścianek? (Siedmioboczny, czyli siedmioscienny, albo siedmiograniasty). Ile każdy pryzmat ma zawsze podstaw? (Dwie). Czem są w każdym pryzmacie jego boczne ścianki? (Prostokątami). Każdy więc pryzmat musi mieć zawsze 2 podstawy, boczne jego ścianki są zawsze prostokątami, ale tych bocznych ścianek może być 3, 4, 5, 6, 7 i t. d. Tak samo może być pryzmat ośmioboczny, dziewięcioboczny i t. d.; lecz mniej niż 3 boczne ścianki pryzmat mieć nie może. Narysujcie pryzmat trójboczny, czworoboczny, pięcioboczny i sześcioboczny. (*Uczniowie rysują naprzód z natury, następnie z rysunku, zrobionego i objaśnionego na tablicy przez nauczyciela, jak poprzednio przy sześcianie*).

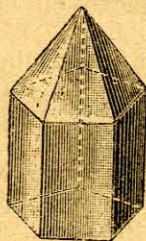
Widzieliście, że każdy pryzmat ma 2 podstawy, a boczne ścianki są prostokątami. Ale niektóre ciała mogą mieć tylko jedną podstawę i kilka bocznych ścianek, które



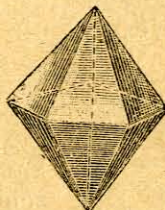
wszystkie schodzą się u góry w jednym punkcie. (*Nauczyciel pokazuje model piramidy*). Taki kształt nazywa się piramidą czyli ostrosłupem (rys. 12). Czem jest każda boczna ścianka w piramidzie? (Trójkątem). Tych bocznych ścianek może być tak samo, jak w pryzmacie tylko 3 lub 4, 5, 6, 7, i t. d., i stosownie do tego piramida nazywa się trójsieczną lub trójboczną, albo trójgraniastą, czworosieczną, pięciosieczną, sześciosieczną i t. d. (*Nauczyciel pokazuje odpowiednie modele i objaśnia je*). Narysujcie piramidę trójboczną, czworoboczną, pięcioboczną i sześcioboczną. (*Uczniowie rysują naprzód z modeli, następnie z rysunku, jak przy sześciu; nauczyciel ułatwia rysunek, wskazując, że należy naprzód narysować podstawę: trójkąt, czworokąt, pięciokąt lub t. p., — następnie wybrać*



Rys. 12



Rys. 13.



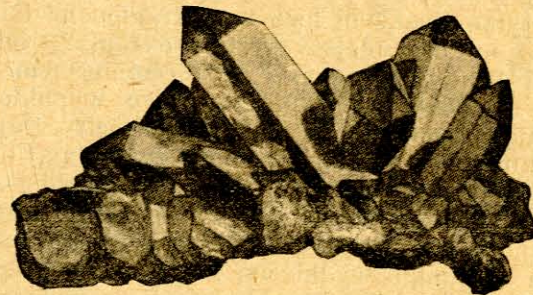
Rys. 14.

nad podstawą punkt, który łączymy z wierzchołkami kątów podstawy prostymi linjami).

Ze wszystkich kształtów ciał, mających wokoło ścianki płaskie, najważniejsze są te kształty, które poznaliśmy, t. j. sześciąt, pryzmat i piramida. Zdarzają się jeszcze ciała, których kształt przedstawia 2 formy, połączone z sobą, np. pryzmat pięcioboczny, spojony w podstawie z podstawą piramidy pięciobocznej (rys. 13), pryzmat czworoboczny,łączony z czworoboczną piramidą podstawami i t. d., lub też dwie piramidy, połączone z sobą podstawami (rys. 14) i t. d. Pryzmaty i piramidy, łączące się z sobą, muszą mieć jednakową ilość bocznych ścianek, jednakowej wielkości podstawy i mogą być połączone tylko podstawami. (*I te formy należy uczniom pokazać i objaśnić*).

Niektóre kamienie mają zupełnie foremny kształt; mają np. postać zupełnie prawidłowego pryzmatu lub pira-

midy, albo pryzmatu, połączonego z piramidą podstawami, lub dwu podstawami zrosłych piramid. Każdy kamień, mający taki prawidłowy kształt, mający wokoło ścianki płaskie, jakby oszlifowane, nazywa się kryształem. Szpat islandzki np., o którym już dawniej mówiliśmy, wygląda jakby skośny nieco pryzmat — ma dwie płaskie, gładkie podstawy i 4 boczne płaskie ścianki, jakby oszlifowane; ten kamień więc jest kryształem. Możemy szpat islandzki rozbić młotkiem na części, każda część będzie takim samym małym pryzmatem skośnym. Inny znów kamień, także bezbarwny i przezroczysty jak szkło, wygląda zupełnie jak pryzmat, na obu końcach którego do podstaw są pryczepione piramidy; wszystkie ścianki są w tym kamieniu płaskie, gładkie, jakby szlifowane, cały



Rys. 15.

kamień wygląda jakby kawałek szkła, ładnie oszlifowane go; ale to jest jego kształt naturalny, ten kamień sam z siebie tak się utworzył. Kamień ten nazywa się kryształem górskim. Czasem kilka takich kamieni zrasta się z sobą dolnymi końcami, wówczas mają one tylko u góry piramidy (rys. 15). Jest jeszcze wiele innych kamieni, mających formy prawidłowe, czyli kryształów; niektóre z nich poznamy później. (*Dobrze byłoby pokazać uczniom, jeżeli można, wymienione lub też inne kryształy w naturze; przy sposobności nie należy zaniedbać zapytać, co pamiętają uczniowie o szpacie islandzkim?*)

(*Następuje, jak zwykle, streszczenie i dyktowanie pytań; tych dwu ważnych środków nie należy pomijać nigdy i koń-*



czyć niemi każdy wykład, wyjąwszy gdy w dziełku wyraźnie wskazano ich zbyteczność. Poczawszy od dzisiejszego wykładu, nie podajemy już ani streszczeń, ani pytań, w przekonaniu, że każdy nauczyciel potrafi je z treści wykładu sam ułożyć; pamiętać jednak należy, aby tak streszczenie, jak i pytania były krótkie, treściwe, wyraźne i aby zawierały w sobie główne punkty wykładu).

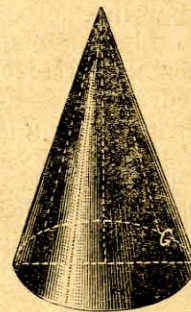
## W Y K Ł A D VIII.

### Kula, walec, stożek; formy złożone; porównanie form.

Powiedzieliśmy, że ciała bywają ograniczone powierzchniami nie tylko płaskimi, lecz i zaokrąglonemi kulisto. Jak się nazywa najforemniejszy kształt okrągły? (Kula). Dlaczego taki kształt nazywamy najforemniejszym? (Bo kula jest ze wszystkich stron jednakowo wypukła zaokrąglona i nie posiada żadnych nierówności). Dajcie przykład ciał kulistych. (Piłka, balonik dziecienny, dynia, pomarańcza, kula armatnia). Świeca stearynowa jest też zaokrąglona, czy to jest kula? (Nie). Czemu? (Bo jest wydłużona i posiada u dołu ściankę płaską). Kula nie jest w żadnym kierunku wydłużona i nigdzie nie posiada ścianek płaskich, ani żadnych innych; cała powierzchnia kuli jest tylko jedną ścianką. Jak się nazywa taki kształt ciała, jaki widzimy w świecy stearynowej? Walec albo cylinder. (Nauczyciel pokazuje model walca). Jak opisać kształt walca? Walec ma tylko jedną boczną ściankę, okrągłą, obejmującą cały walec z boków wokoło, ale ma jeszcze 2 płaskie ścianki: 1-ną u dołu, 2-gą u góry. Te dwie płaskie ścianki mają kształt koła i nazywają się podstawami walca. Dajcie przykład ciał walcowatych. (Szkło do lampy, rączka pióra, ołówek, rurka szklana, słój, pień drzewa, świeca, kolumny w pałacach i kościołach i t. p.). W naturze walec nie zawsze ma na końcach płaskie podstawy. Do jakiej znanej nam już formy o wszystkich ściankach płaskich podobny jest walec? (Do pryzmatu). Czem jest podobny walec do pryzmatu? (Oba kształty posiadają 2 podstawy i są zwykle podłużne). Czem się

różni walec od pryzmatu? (Walec ma tylko jedną wypukłą boczną ściankę, pryzmat jest z boku otoczony kilkoma ściankami płaskimi). Narysujcie kształt walca. (Uczniowie rysują z modelu i z rysunku, jak na poprzednim wykładzie sześciu).

Jest jeszcze jedna okrągła forma ciał, o jednej tylko podstawie, którą nazywamy stożkiem czyli ostrokregiem (rys. 16). (Nauczyciel pokazuje model). Stożek ma tylko jedną płaską podstawę w kształcie koła i tylko jedną boczną okrągłą ściankę, obejmującą cały stożek (prócz podstawy); ta boczna ścianka schodzi się u góry szpiczasto w jednym punkcie. Góry wszystkie np. mają w przybliżeniu kształt stożków wielkich, lejek jest również stożkiem. Zwińcie papier tak, aby miał kształt stożka. Do jakiej znanej nam formy, ograniczonej samemi płaskimi ściankami, podobny jest stożek? (Do piramidy). Czem jest do niej podobny? (Ma tak jak i piramida jedną tylko podstawę, a boczna powierzchnia schodzi się tak samo szpiczasto u góry w jednym punkcie). Czem się różni stożek od piramidy? (Ma tylko jedną okrągłą boczną ściankę, piramida zaś ma ścianek kilka i ścianki jej są płaskie). Narysujcie stożek. (Uczniowie rysują, jak zwykle, naprzód z modelu, a następnie z objaśnionego rysunku).



Rys. 16.

Najprostszych więc kształtów o powierzchniach płaskich mamy trzy: sześciu, pryzmat i piramida. Najprostszych form o powierzchni kulistej jest także trzy, mających pewne podobieństwo do owych form z powierzchniami płaskimi, a mianowicie: kula, walec i stożek. Narysujcie raz jeszcze przy sobie: sześciu, pryzmat i piramidę, a pod nimi: kulę, walec i stożek, aby lepiej ich podobieństwa i różnice zapamiętać. (Uczniowie rysują; rzecz jasna, że wszystkie rysunki, tak w niniejszym, jak i w poprzednich i następnych wykładach, winny być tylko schematyczne, bez cieniowań).

Prócz tych sześciu głównych kształtów może być bardzo wiele innych, których jednak teraz poznawać nie bę-



dziemy; mogą być też formy złożone, np. walec, złożony ze stożkiem podstawami, tak jak pryzmat łączyć się może z piramidą — lub dwa stożki, złożone podstawami, tak jak bywają dwie złożone piramidy i t. d. Mogą być też formy niezupełne, np. pół kuli, ćwierć kuli i t. d.; stożek ze ściętym wierzchołkiem, a więc takiego kształtu, jak np. konewka; dalej kształt beczkowaty, jaki widzimy np. w beczce i t. p.; mogą też być powierzchnie wklęsłe i wiele innych jeszcze form. Wszystkie te formy poznacie przy innej nauce.

Jakiemi zmysłami poznajemy barwę, połysk i przezroczystość ciał? (Tylko wzrokiem). Jakiemi zmysłami poznajemy kształty ciał? (Wzrokiem i dotykiem). Widzieliśmy, że kryształ górski i szpat islandzki są jednakowo bezbarwne, przezroczyste i mają połysk szklisty, prócz tego oba te ciała są kryształami; czy można je odróżnić z kształtu? (Można). Czy tak samo można zawsze z kształtu odróżnić i inne ciała? Widzieliśmy, że np. kreda, krochmal, kawałek gipsu z figury mają jednakową barwę i są jednakowo matowe i nieprzezroczyste; takich ciał jest więcej jeszcze. Czy można te ciała odróżnić z kształtu? Nie, są jednakowo bezkształtne. Gdybym wziął kawałek szkła, oszlifowanego lub ulanego w taką formę, jaką ma kryształ górski, nie mógłbym odróżnić od siebie tych ciał ani z barwy, gdyż są jednakowo bezbarwne, ani z połysku, gdyż mają jednakowy połysk szklisty, ani z przezroczystości, gdyż są prawie jednakowo przezroczyste, ani z ich wielkości, gdyż mogą być jednakowo wielkie, ani nawet z kształtu, który jest również w tych ciałach podobny. A więc nawet wszystkie te własności razem są jeszcze niedostateczne do poznania ciała — i gdy znam barwę, połysk, stopień przezroczystości, wymiary i kształt jakiegoś ciała, niezawsze jeszcze wówczas powiedzieć mogę napewno, czym to ciało jest w rzeczywistości. Aby więc móc rozpoznawać ciała, aby móc odróżnić jedno ciało od drugiego, musimy się nauczyć poznawać jeszcze inne ich własności.

## WYKŁAD IX.

**Dlaczego kreda, węgiel, ołówek i t. p. ciała mogą służyć do pisania. Twardość i przyleganie. — Skala twardości.**

Gdy się was zapytał na pierwszej lekcji, jak opisać kredę, powiedzieliście, że jest to ciało białego koloru i że służy do pisania. Co do białej barwy, tośmy ją już dokładnie rozpatrzyli, a także poznaliśmy i inne własności kredy; zastanówmy się przeto teraz, co to znaczy, że kredą można pisać. Robię kreskę kredą na tablicy, kreda pozostawia biały ślad. Czem jest ten ślad? Są to cząstki kredy, które od niej odpadły i przylgnęły do tablicy; kreda łatwo się ściera. Więc dlaczego kredą można pisać? Czy marmurem albo żelazem można pisać na tablicy? (Nie). Czemu? Bo ani marmur, ani żelazo nie ściera się. A gdybym poprowadził żelazem po tablicy, co by się stało? Żelazo porysowałoby tablicę. Ścieram gąbką kreskę, którą zrobiłem kredą; czy widać na tablicy ślad tej kreski? (Nie). Kreda tablicy nie rysuje, chyba że natrafimy na żółty kawałek kredy, który, jak już wiemy, zawiera żelazo. A teraz naodwrot, czy drzewo pisze na kredzie? (Nie). Czemu? Drzewo się nie ściera. Gdybym poprowadził drzewem po kredzie, co by się stało? Drzewo porysuje kredę. (*Nauczyciel udowadnia to doświadczalnie*). Przypatrzcie się końcowi kawałka drzewa, którym rysowałem kredę, jakim on jest? (Jest biały). Dlaczego? (Bo pokrył się kredą). Więc w obu razach, czy piszę kredą na drzewie, czy drzewem na kredzie, zawsze ściera się kreda, lecz nie drzewo. Co z tego wynika? — które z tych dwu ciał jest miększe, które twardsze? (Kreda jest miększą). Więc kredą dlatego można pisać na drzewie, że kreda jest miększą od drzewa i łatwo się o nie ściera. Czy można pisać kredą na łożu, na maśle, na wodzie? (Nie). Czemu? Bo te ciała są miększe od kredy. Mam tu kawałek dziwnego, choć bardzo zwykłego kamienia; można go za kilka groszy dostać w składach aptecznych i innych sklepach — nazywa się z niemiecka talkiem, a po polsku łożkiem, gdyż, jak widzicie, ma połysk tłusty, jak lój i taką barwę. (*Nauczyciel pokazuje talk*). Rysu-



ję tym kamieniem po kredzie, ale kamień się tylko ściera i nie pozostawia żadnej rysy na kredzie. Teraz, odwrotnie, prowadzę kredą po talku i widzicie, że kreda robi w nim zagłębioną kresę, nie ścierając się sama wcale. Co to znaczy? (Talk jest miększy od kredy). Talk czyli łojek jest najmiększym kamieniem ze wszystkich, jakie istnieją. Spotyka się on w naturze w różnych odmianach; robią zeń kredę do pisania na zielonem suknie stolików do kart; używają go również krawcy; sproszkowanym talkiem wysypują rękawiczki i obuwie, aby lepiej na ciało wchodziły; smarują nim maszyny i t. d. A jaki kamień jest najtwardszy? Diament. Jaka jest różnica pomiędzy diamentem a brylantem? Brylant jest tylko szlifowanym diamentem. Co jeszcze wiecie o diamencie, do czego go często używają? Do krajania szkła. Tak, diament rysuje szkło głęboko, bo jest twardszy od szkła i od wszystkich innych ciał — i dlatego można go szlifować tylko innym diamentem, lecz więcej żadnem innem ciałem. Krzemień także rysuje szkło, jest on ze zwykłych kamieni najtwardszy; łatwo go wszędzie znaleźć; tylko drogic kamienia: topaz, rubin, szafir, diament, są twardsze od krzemienia. Weźcie teraz kawałek szkła i miedź, np. monetę miedzianą, czystą; jak spróbować, które z tych ciał jest twardsze? Rysuję szkłem monetę, szkło rysuje ją; rysuję następnie, odwrotnie, szkło monetą, nie otrzymuję żadnej rysy, — więc szkło jest twardsze od miedzi. Spróbuj takim samym sposobem, co jest twardsze: żelazo (np. gwóźdź żelazny), czy miedź? Żelazo jest twardsze. Porównaj jeszcze żelazo ze stalą. Stal jest twardsza. Widzimy więc, że ciała różnią się jeszcze stopniem twardości; jedne są miększe, inne twardsze. Aby poznać, które z dwóch ciał jest twardsze, należy jednym poprowadzić, przyciskając po drugim, a następnie, odwrotnie, drugie porysować pierwszym; to ciało, które robi na drugim ryse, jest twardsze; to, które się ściera, jest miększe. To nam objaśnia, dlaczego możemy pisać kredą na drzewie, suknie i wielu innych ciałach. Czy twardość można poznać wzrokiem, tak jak barwę, połysk i przezroczystość? (Nie). Jakim zmysłem poznajemy twardość ciał? (Dotykaniem). Jaką jeszcze znaną już wam główną własność ciał można poznać dotykiem? (Kształt).

Czem jeszcze można pisać? (Ołówkiem, węglem, atramentem). Dlaczego można pisać ołówkiem na papierze? Ołówek jest miększy od papieru — ściera się, gdy nim prowadzimy po papierze. Z czego robią ołówki? Dawniej robiono z ołowiu, stąd nazwa ołówków; ołów łatwo dostać, robią bowiem z niego różne rzeczy: plomby wiszące przy towarach, kule, śrut, kapsle blaszane, nakładane na korki butelek z winem, blachy i t. d. Obecnie robią ołówki z czarnego kamienia, podobnego do ołowiu, zwanego grafitem; cienkie pałeczki grafitu są w ołówkach oprawione w drzewo. Kamień ten znajduje się w górach Uralskich, w Syberji, w Finlandji, na Cejlonie i w Anglii.

Węglem również można pisać na papierze. Cemu nie piszemy na papierze kredą? Jakkolwiek kreda pisze na papierze, nie używamy jej do pisania na nim dlatego, że jest tego samego koloru, co papier, wskutek czego pismo jest niewidoczne, a przytem kredą można robić kreski tylko bardzo grube. Cemu nie piszemy węglem ani atramentem na czarnej tablicy? (Te ciała są takiegoż koloru jak tablica).

Wielu ciał nie używamy do pisania z tejże przyczyny, lub z powodu ich rzadkości, albo też wysokiej ceny. Czy możemy pisać na papierze lub tablicy wodą? Pisać można, ale pismo jest niedość widoczne, z powodu, że woda jest bezbarwną, a przytem gdy wyschnie, nie pozostawia śladu. Dlaczego możemy pisać atramentem na papierze? Tak samo jak cząsteczki kredy oddzielają się od niej przy tarcu o inne ciało i przylegają do tego ciała, tak również, a nawet daleko łatwiej jeszcze, oddzielają się cząsteczki atramentu i każdego płynnego ciała i przylegają do pióra, do papieru lub innego przedmiotu; w atramencie mamy dużo wody, ale ponieważ z wodą zmieszane są cząsteczki czarne, nieznikające przy wysychaniu, więc taką zabarwioną wodą pisać nie możemy.

Z tego wszystkiego wynika, że pisać można tylko takimi ciałami, które się łatwo przy pisaniu ścierają, t. j. takimi, od których łatwo oddzielają się cząsteczki i przyczepiają się do ciał, na których piszemy. To przyczepianie się startych cząsteczek, czyli, jak to nazywamy, przyleganie, jest również koniecznym warunkiem do tego, abyśmy mogli pisać. Gdyby np. kreda była bardzo miękka, gdyby cząsteczki jeszcze łatwiej oddzielały się od kre-



dy, lecz gdyby one nie przystawały do tablicy, gdyby obsypywały się tylko i odpadały tak, jak odpadają np. ziarenka piasku suchego, gdy przyciskam piasek do tablicy, wówczas nie moglibyśmy wcale pisać kredą. Tak samo cząsteczki ołówka przylegają do papieru, cząsteczki węgla do wielu ciał; cząsteczki wody, atramentu i każdego płynu przylegają do drzewa, papieru, żelaza i innych ciał, które w płynie zanurzamy. Kredą więc możemy pisać na czarnej drewnianej tablicy dlatego, że ma ona cełry potrzebne do tego własności: 1) Jest miększą od drzewa. 2) Łatwo się o drzewo ściera, t. j. przy pocieraniu o drzewo łatwo od niej odpadają drobne cząsteczki. 3) Cząsteczki jej nie obsypują się, lecz dobrze przystają, t. j. przylegają do drzewa. 4) Jest innego koloru niż tablica, na której piszemy. Powtórzcie, dlaczego można pisać kredą na tablicy? Objaśnijcie, dlaczego można pisać ołówkiem lub węglem na papierze?

Poznaliśmy więc dziś dwie nowe własności ciał: twardość i przyleganie. Jak ważną jest rzeczą znać twardość ciał, przekonacie się później lepiej jeszcze; co zaś do przylegania, zapamiętajcie, że nie wszystkie ciała mogą przylegać do siebie, np. drzewo i papier nie przylegają do siebie, ale np. węgiel, kreda, ołów, grafit przylegają do obu tych ciał, tak samo przylegają do nich płyny i ciała tłuste i t. p. Klej, guma, lakier, farby i t. p. również do innych ciał przylegają i dlatego możemy ciała sklejać, lakierować, malować i t. d.

Poznaliśmy, dlaczego kredą można pisać. Gdy powiem komu, że mam ciało, którem można pisać, czy zrozumie, co mam? (Nie). Dlaczego? (Bo jest wiele ciał, któremi pisać można). Ale może zrozumie, gdy mu wyliczę jeszcze inne własności naszego ciała, które poznaliśmy, — gdy mu powiem np., że mam ciało nieforemne, barwy mleczno-białej, jednorodne, matowe, nieprzezroczyste, którem mogę pisać na drzewie i innych przedmiotach? Dawniej zdawało nam się, że łatwo opisać dokładnie kredę, potem przekonaliśmy się, że wyliczenie nawet kilku cech jest jeszcze do tego niedostateczne, bądźmy więc i teraz ostrożni. Czy niema jeszcze jakiego ciała białego, bez połysku, nieprzezroczystego, nieforemnego, któremby można pisać? Pokazałem na jednej z poprzednich lekcji ciało, zupełnie podobne do kredy: krochmal. Spróbujmy, czy krochma-

lem można pisać. Widzicie, że można. Gips taki, jaki widzimy w figurach i innych wyrobach, jest tak samo jak krochmal i kreda bezkształtny, białej barwy, bez połysku, nieprzezroczysty i również pisze. Jest jeszcze zupełnie biała glina, którą później poznamy, również nie dająca się na oko, ani w dotknięciu odróżnić od kredy. Wszystkie więc sześć własności razem nie wyprowadzają nas jeszcze z kłopotu. Jak więc określić, co to jest kreda? Odlóżmy to pytanie do przyszłych wykładów, ale przedtem jeszcze będziemy się musieli zająć poznaniem wszystkich ważniejszych własności ciał.

*(Poniższy ustęp, stanowiący tylko konspekt właściwego wykładu, przeznaczamy dla uczniów starszych i bardziej rozwiniętych; winien on stanowić oddzielną lekcję):*

[Kreda jest miękka, krochmal jest miękki, łojek również, zwyczajny łój, masło; są to także ciała miękkie. Czy wszystkie te ciała są jednakowo miękkie? Przecież kreda, która w porównaniu z krzemieniem lub diamentem jest bardzo miękka, jest w stosunku do łożu lub masła bardzo twarda. Czy to więc wystarcza powiedzieć, że ciało jest twarde lub miękkie? Należałoby ściślej określić, jaka jest jego twardość. Możnaaby w tym celu np. wymienić wszystkie ciała, od których kreda jest miękka i wszystkie, od których jest twardsza. Byłoby to jednak rzeczą bardzo trudną i nie dawałoby jeszcze dokładnego pojęcia o twardości kredy. Ludzie, zajmujący się badaniem kamieni, obmyślili z tego powodu inny, prostszy sposób określania twardości ciał. Wybrali dziesięć kamieni różnej twardości, poczynając od najmiększych i postępując do najtwardszych, i oznaczyli je numerami kolejnymi; określając jakiś kamień, porównywały jego twardość z twardością tych dziesięciu kamieni i jeżeli okaże się np., że badany kamień ma taką samą twardość, jak czwarty kamień w szeregu tych dziesięciu, powiadają, że jego twardość jest 4. Te dziesięć kamieni stanowią t. zw. skalę twardości. Na pierwszym miejscu w ich szeregu postawiono łojek czyli talk, jako kamień najmiększy; na drugim miejscu postawiono gips, który jest nieco twardszy; na trzecim jeszcze twardszy marmur i t. d., aż na ostatnim miejscu — najtwardszy ze wszystkich kamieni i ze wszystkich ciał — diament. Chcąc określić twardość jakiegoś kamienia, rysujemy nim po kolei wszystkie kamienie tej skali, poczy-



nając od najmiększego, t. j. od talku. Jeżeli mój kamień rysuje talk, przechodzę do następnego, t. j. do gipsu. Jeżeli rysuje i gips, przechodzę do marmuru i t. d., aż natrafie na taki kamień w skali twardości, który nie daje się porysować badanym kamieniem. Przypuśćmy, iż kamień mój nie rysuje marmuru; wówczas próbuję, odwrotnie, porysować ten kamień marmurem. Jeżeli oba te kamienie wzajem się nie rysują (lub odwrotnie, jeżeli się ostre krawędziami wzajem rysują), powiadamy, że są jednakowej twardości. A więc mój kamień jest tej samej twardości co marmur; a że marmur stoi na 3-iem miejscu w skali, czyli ma stopień twardości 3, przeto powiadamy, że i nasz kamień ma również twardość = 3. Może się stać jednak, że nasz kamień rysuje talk, rysuje z kolei gips, a choć już nie rysuje marmuru, ale daje się sam marmurem rysować, jest więc odcień miękniejszy, ma twardość niższą od 3, lecz wyższą niż 2, powiadamy wówczas, że ma twardość  $2\frac{1}{2}$ .

Nie wymienię wam wszystkich kamieni skali twardości, gdyż niektóre są trudne do nabycia, a przytem ta skala ma wartość tylko dla tych, którzy się zajmują badaniem kamieni. Możemy jednak dla naszego użytku ułożyć sobie skalę prostszą. Za stopień 1-szy tej skali możemy również przyjąć talk, gdyż dostać go łatwo, ale też możemy ten stopień 1-szy zupełnie pominąć, gdyż tak miękkich kamieni, jak talk, jest niewiele; w miejsce gipsu, stojącego na 2-iem miejscu, jeżeli go nie posiadamy, możemy wziąć kawał soli kamiennej, albo wprost użyć paznogcia, który ma taką samą twardość; na 3-iem miejscu, w miejsce marmuru, możemy postawić miedź (np. miedzianą monetę, którą należy dobrze wymyć mydłem, lub amonjakiem i wyczyścić); na 4-tem miejscu postawmy żelazo (np. gwóźdź żelazny, klucz lub t. p.), na 5-tem kawałek szyby szklanej, na 6-tem — stal angielską (klingę scyzoryka lub nożyczek), na 7-tem — krzemień, który jest najtwardszy ze wszystkich zwykłych przedmiotów; jedynie tylko kamienie drogie, topazy, rubiny, diament są twardsze. Z tego też powodu możemy numery 8, 9 i 10 skali twardości zupełnie pominąć, gdyż służą tylko do określania drogich kamieni. Weźmy teraz różne przedmioty i postarajmy się określić ściślej stopień ich twardości przy pomocy tej skali. Oznaczcie przytem twardość kredy].

*(Ponieważ niniejszy wykład jest nieco trudny, podajemy jeszcze tym razem sami streszczenie i zestawiamy pytania).*

**Streszczenie:** Ciała odróżniają się jeszcze od siebie twardością, jedne są twardsze, inne — miększe. Z kamieni najmiększy jest talk czyli łojek; najtwardsze ciało jest diament; szlifowany diament nazywa się brylantem. Ze zwykłych ciał, t. j. ze wszystkich, prócz drogich kamieni, najtwardszem jest krzemień. Aby rozpoznać, które z dwóch ciał jest twardsze, rysujemy jedno drugim, to, które robi kresę, czyli kraje drugie, jest twardsze. Miękkie ciała, od których łatwo oddzielają się cząstki, mogą być używane do pisania, rysowania lub malowania na twardszych, jeżeli tylko ich cząsteczki łatwo przyczepiają się, t. j. przylegają, do tych twardszych ciał i jeżeli są odmiennego od nich koloru. Ciała, łatwo przylegające do innych mogą być też używane do sklejanja innych ciał, pociągania ich pokostem i t. p. [Dla ściślejzego określenia stopnia twardości ciał wybrano 10 kamieni różnej twardości, ułożywszy je w szereg kolejno, poczynając od kamienia najmiększego, a kończąc na najtwardszym. Te 10 kamieni stanowią skalę twardości; określając jakiś kamień, porównujemy jego twardość z twardością tych kamieni i twardość tę oznaczamy liczbą, odpowiadającą odnośnemu numerowi skali].

**Pytania:** 1) Jak się przekonać, które z dwu ciał jest twardsze? 2) Weźcie węgiel kamienny, drzewo, szkło, kredę i oznaczcie, które z tych ciał jest najtwardsze, które są miększe, które jest najmiększe. 3) Wypiszcie ciała wypróbowane i opisane na dzisiejszej lekcji i zadane do wypróbowania w domu (kreda, drzewo, talk, żelazo, diament, miedź, krzemień, stal, węgiel kamienny, szkło), poczynając od najmiększego i przechodząc do coraz twardszych. 4) Z czego robią się ołówki? 5) Co to jest brylant? 6) Jaki kamień jest najmiększy ze wszystkich? 7) Jakie ciało jest najtwardsze ze wszystkich ciał? 8) Jaki kamień ze zwykłych kamieni, które łatwo wszędzie znaleźć, jest najtwardszy? 9) Jakie kamienie są twardsze od krzemienia? 10) Dlaczego można niektórymi ciałami pisać na innych? 11) Dlaczego można klejem lub gumą sklejać, pokostem lakierować inne ciała? 12) Jakim sposobem można określić ściślej stopień twardości ciała? 13) Co to jest skala twardości kamieni i do czego służy?



## WYKŁAD X.

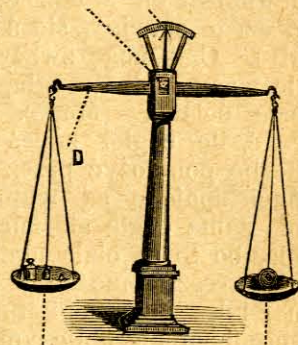
Ciężar ciała. — Ciężenie. — Waga. — Ważenie i obliczanie ciężaru.  
Ciężar właściwy. — Pływanie ciała.

Położcie na jednej ręce kawałek kredy, na drugiej kawałek ołowiu, który już na zeszłej lekcji poznaliśmy, — i trzymajcie ręce swobodnie. Co czujecie? Ołów jest cięższy od kredy. Jedne ciała są cięższe, inne lżejsze; po tej własności można także odróżniać ciała od siebie. Kładę na rękę ołów i czuję, że jest ciężki; co to znaczy, że jest ciężki? To znaczy, że ciśnie na rękę. Gdybym położył to ciało na stole, cisnęłoby na stół, tylko mybyśmy tego nie czuli. Ciężar jest to więc ciśnienie, które ciało wywiera na jakąś podpórę, na której leży, np. na rękę, na stół i t. p., lub na której jest zawieszony. Dlaczego ciało wywiera ciśnienie? Coby się stało, gdybym usunął rękę, na której ciało leży? (Ciało spadłoby na ziemię). Wszystkie ciała spadają na ziemię, jeżeli nie są podparte. Ciało więc dłatego ciśnie na rękę, lub inną podpórę, że dąży do spadnięcia na ziemię. Co się stanie, gdy położymy kamień na ciasto? Coby się stało, gdybyśmy znaczny ciężar położyli na szybę szklaną? Co pozostawia za sobą na ziemi piaszczystej lub błotnistej wóz po niej przejeżdżający? Dlaczego? Dlaczego ciała dążą do spadnięcia na ziemię? (Ziemia je przyciąga). Przyciąganie ziemi nazywamy ciężkością.

Jedne ciała mają bardzo wielki ciężar, inne — mniejszy, jeszcze inne mają bardzo mały ciężar, czyli, jak powiadamy, są lekkie. Czy są ciała, któreby nie miały żadnego ciężaru, któreby wcale nie dążyły do spadnięcia na ziemię? Widzimy ciągle, że dym, para wodna, gaz oświetlający, balony napełnione tym gazem, puch i t. p., unoszą się w górę, zamiast spaść na dół. Dlaczego one nie spadają? (Bo są lżejsze od powietrza). I one mają swój ciężar; lecz tak samo jak korek lub oliwa wypływają na powierzchnię wody, bo są od niej lżejsze, choć mają swój ciężar, tak również dym, para, gazy i t. p. wypływają w powietrzu w górę, gdyż są od niego lżejsze. Gdyby nie było nad ziemią powietrza, to i te ciała spadłyby na ziemię. Wszystkie ciała mają pewien ciężar, lubo nieraz

tak mały, że my go nie odczuwamy, że go nawet trudno zważyć, lecz zawsze muszą mieć pewien ciężar.

Czy można dokładnie zważyć ciała w rękę? (Nie). Dlaczego nie można? Niektóre ciała tak mało się różnią ciężarem, że nie możemy odczuć różnicy ręką; niektóre są znów zbyt lekkie, wywierają za małe ciśnienie na rękę. Jakim sposobem można dokładnie oznaczyć ciężar ciała? Należy je zważyć na wadze. Jak wygląda waga? (*Uczniowie sami opowiadają, nauczyciel prostuje i dopełnia odpowiedź*). Waga (rys. 17) składa się z drążka, do którego na każdym końcu przyczepione są na łańcuszkach lub sznurkach talerzyki czyli szalki (S); drążek jest zawieszony w samym środku (O), tak że jedna połowa drążka (D) jest tej samej długości, jak i druga i wraz z szalką i łańcuszkami waży tyle, ile druga połowa również z łańcuszkami i szalką, wskutek tego żadna połowa wagi nie przechyla się bardziej od drugiej. Powiadamy wtedy, że waga jest w równowadze; aby lepiej dostrzec, czy jakaś strona wagi się nie przechyla, jest zwykle pośrodku wagi przytwierdzona strzałka (T). (*Należy pokazać przynajmniej małą wagę, a w braku jej, objaśnić wykład rysunkiem na tablicy*).



Rys. 17.

Jakim sposobem zapomocą wagi oznaczamy ciężar ciała? (*Uczniowie sami opowiadają, nauczyciel podaje opis poprawny*). Kładziemy ciało na jedną szalkę wagi, która od tego się obniży, gdyż ciało ciśnie na szalkę, — następnie na drugą szalkę kładziemy ciężarki, czyli gwichty, przyjęte do ważenia ciała, dopóki pod ciśnieniem ciężarków waga nie przyjdzie znów do równowagi; ciężarki wskazują ciężar ciała. (*Przy tej sposobności można powtórzyć z uczniami wiadomości, których nabyli przy wykładzie arytmetyki, o jednostkach wag krajowych*).

Często się zdarza, że chcemy wiedzieć, ile waży jakieś ciało bardzo wielkie, które trudno zważyć; jeżeli niema potrzeby znać takiego ciężaru bardzo dokładnie, tylko



w przybliżeniu, t. j., ile on mniej więcej wynosi, to możemy dowiedzieć się o tem bez ważenia; możemy ciężar obliczyć. Kupiłem np. dziesięć korcy węgla kamiennego i chciałbym wiedzieć, ile te 10 korcy węgla waży. Żeby ten ciężar obliczyć, trzeba wiedzieć tylko, ile jeden korzec waży. Jeden korzec można sobie raz na zawsze zważyć i jego ciężar zapamiętać lub zapisać, wówczas będziemy mogli zawsze wiedzieć, ile waży jakkolwiek ilość korcy. Jeden korzec węgla dawno już ludzie sobie odważyli; przypuśćmy, że korzec takiego węgla, jaki kupiłem, waży 238 funtów; ile waży 10 korcy? ( $238 \text{ funt.} \times 10 = 2380 \text{ funt.}$ ).

Gdybym teraz chciał np. dowiedzieć się, ile mniej więcej waży ściana tego domu, której nie mogę przecież włożyć na wagę, czy mógłbym to obliczyć? Trzebaby przede wszystkim wiedzieć, z czego ta ściana jest zbudowaną. Z czego stawiają się ściany w domach murowanych? (Z cegły). Czy mogę zważyć jedną cegłę? (Mogę). Jeżeli wiem, ile waży jedna cegła, czy mogę stąd obliczyć, ile waży cała ściana? (Mogę). Jakim sposobem. (Trzeba wymierzyć, ile cegieł zmieścić się może w ścianie i otrzymaną liczbę pomnożyć przez ciężar jednej cegły). Cegły w ścianach spojęne są wapnem lub cementem; w ścianie więc nie sama cegła się znajduje, ale to nie o wiele ciężar zmienia, bo to są ciała mniej więcej takiego ciężaru jak i cegła; zresztą możnaby obłożyć cegłę cienką warstwą wapna lub cementu i tak ją zważyć. Rozumie się, że tym sposobem nie obliczymy ciężaru zupełnie ściśle i dokładnie; wypadnie nam trochę iuna liczba, niż gdybyśmy ścianę naprawdę zważyli, lecz ta liczba niewiele się będzie od prawdziwej różniła. Takiego sposobu można użyć tylko wtedy, gdy nie mamy potrzeby znać ciężaru bardzo dokładnie; a jest to rzeczą często bardzo ciekawą i pożyteczną znać choćby przybliżony ciężar ciał, których zważyć nie można.

Co jest cięższe: żelazo, czy drzewo? (Żelazo). Gdybym wziął duży kłoc drzewa, a mały kawałek żelaza, co będzie cięższe? (Drzewo). Więc jeżeli mówimy, że żelazo jest cięższe od drzewa, to jak to należy rozumieć? (Gdybyśmy wzięli jednakowej wielkości kawałki żelaza i drzewa, to żelazo byłoby cięższe). Jeżeli więc chcemy zbadać wszystkie ciała i oznaczyć, które jest najcięższe, które są lżejsze, które najlżejsze, należy wziąć wszystkie ciała w jednako-

wej objętości i porównać ich ciężary. Należałoby wziąć np. po jednej stopie sześciennej, lub np. po jednym calu sześciennym każdego ciała, zważyć te równe objętości wszystkich ciał i otrzymane ciężary porównać. Byłoby to rzeczą bardzo trudną do dokonania; dlatego też postanowiono porównywać ciężary wszystkich ciał z ciężarem takiej samej objętości jednego ciała, ale takiego, któreby każdy człowiek mógł mieć zawsze łatwo pod ręką i któreby się dało brać zawsze bez trudu w dowolnej ilości. Takim ciałem jest zwyczajna, czysta woda.

Mam np. w ręku kamyk, ważący 5 lutów; jakkolwiek znam ciężar tego kamyka, nie objaśnia mi to niczego, nie przyczynia się do wyjaśnienia, czem to ciało jest; większy kawałek tego ciała ważyłby więcej, mniejszy — mniej. Gdybym jednak mógł wiedzieć, ile razy ten kamień jest cięższy od takiej samej objętości wody, znałbym już bardzo ważną własność tego ciała, która nie wszystkim ciałom jest wspólną; wówczas nie stanowiłoby to różnicy, czy mam większy, czy mniejszy kawałek tego kamienia. Gdyby np. ten kamień był 3 razy cięższy od takiej samej objętości wody, to zarówno duży kawał tego kamienia byłby 3 razy cięższy od takiej samej jak on wielkiej objętości wody, jak i najmniejsze ziarnko kamienia w stosunku do takiej samej, jak to ziarnko, małej objętości wody.

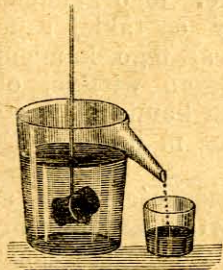
Ta własność kamienia byłaby więc własnością tak samo ważną, jak np. barwa, połysk, kształt krystaliczny, twardość i t. d. tego kamienia, a nawet własnością znacznie od wymienionych ważniejszą, na której prędzej oprzeć się można przy rozpoznawaniu ciał, aniżeli na barwie lub połysku. Liczba, wyrażająca, ile razy dane ciało jest cięższe lub lżejsze od takiej samej objętości wody czystej, nazywa się ciężarem właściwym (lub gatunkowym). Kryształ górski jest np.  $2\frac{1}{2}$  raza cięższy od takiej samej objętości wody czystej (destylowanej); powiadamy krótko: ciężar właściwy kryształu górskiego jest  $2\frac{1}{2}$ . Żelazo jest np.  $7\frac{1}{2}$  raza cięższe od wody, czyli ciężar właściwy żelaza jest  $7\frac{1}{2}$ , miedź jest 9 razy cięższą od takiej samej objętości wody, czyli ciężar właściwy miedzi jest 9, ciężar właściwy srebra jest 10, ołowiu 11, złota 19, platyny 22 i t. d.



Widzicie więc, że niema potrzeby ważyć wszystkich ciał w równej objętości wziętych i że, znając ciężar właściwy, mogą odrazu powiedzieć, że np. złoto jest cięższe od ołowiu i ile razy. Co jest cięższe: srebro czy kryształ górski i ile razy? ( $10 : 2\frac{1}{2} = 4$ ). Tym sposobem przekonano się, że najcięższem prawie ze wszystkich ciał, częściej napotykanym na ziemi, jest platyna (metal rzadko używany), a po platynie — złoto, potem: rtęć, ołów, srebro, miedź, żelazo, cyna, cynk: a więc wogóle najcięższe są metale; najlżejsze zaś, rzecz jasna, takie ciała, jak: powietrze, dym, para, gaz, czyli wogóle ciała lotne, t. j. gazy.

*(Poniższy ustęp do końca wykładu X, przeznaczamy dla uczniów starszych i bardziej rozwiniętych, o ile nauczyciel będzie uważał za możliwe go zastosować).*

[Ale jakim sposobem wziąć taką samą objętość wody, jaką ma dane ciało? Mógłbym np. wziąć szklankę, pełną po brzegi wody, wpuścić lekko na nitce mój kamień; wówczas wylałoby się ze szklanki tyle wody, ile miejsca w wodzie zajął kamień, t. j. wylałoby się taka sama objętość wody. Byłby to jednak sposób bardzo niedogodny, wylewająca się woda ściekałaby po ściankach szklanki, trudno byłoby ją zebrać i zważyć. Lepiej już znacznie wziąć kubek blaszany, w którym kažemy u góry z boku wprawić rurkę, zwróconą nieco ku dołowi (rys. 18), napełnić



Rys. 18.

go wodą do wysokości, na jaką pozwoli wprawiona rurka, i wpuścić lekko i ostrożnie nasz kamień, uwieszony na cienkiej nitce. Wówczas przez rurkę boczną wyleje się w podstawione naczynko taka sama objętość wody, jaką zajmie kamień. Można wówczas zważyć naczynko z wylaną wodą i, odliczywszy ciężar samego naczynka, dowiedzieć się, ile waży taka sama objętość wody, jaką zajmuje kamień. Jeżeli kamień waży, jak powiedziałem, 5 łutów, taka sama objętość wody zaś np. 2 łuty, to jaki jest ciężar właściwy kamienia? ( $5 \text{ ł.} : 2 \text{ ł.} = 2\frac{1}{2}$ ). Zauważcie, że ciężar właściwy nie oznacza żadnych jednostek ciężaru, łutów, ani funtów, lecz jest tylko liczbą oderwaną,

wyrażającą, ile razy ciało jest cięższe lub lżejsze od takiej samej objętości czystej wody. Można ciężar właściwy oznaczyć daleko łatwiejszym jeszcze i dokładniejszym sposobem. Nauczycie się tego sposobu w wyższych kursach].

(Wzmiankowany tu sposób, łatwiejszy w wykonaniu, jest jednak trudniejszy do zrozumienia dla uczniów, nie znających jeszcze zasady ciśnienia cieczy ku górze; w początkowym kursie mineralogji wypada go jednak już podać, co dla wielu nauczycieli stanowi trudność niemałą. Może więc nie będzie zbyt cennym podanie w streszczeniu metody poniższej, którą udawało mi się stosować w podobnych wypadkach).

[Weźmy raz jeszcze nasz kamień, ważący 5 łutów, uwiążmy go na nitce, której drugi koniec przywiążmy do szalki wagi, aby wisiał pod szalką. Na drugą szalkę kładę 5 łutów; widzicie, że kamień rzeczywiście tyle waży, gdy go ważymy zwyczajnie; w powietrzu. Ale wpuścimy go teraz, nie odwiązując od szalki, do naszego kubka z wodą, dochodzącą do rurki, tak aby się znalazł pod wodą, lecz nie dostawał do dna naczynia. Część wody wylewa się z kubka przez rurkę. Jaką objętość ma ta wylana część wody? (Taką, jak kamień). Ile waży? (2 łuty). A teraz zobaczcie, czy nasz kamień, który ważył w powietrzu 5 łutów, waży tyleż, gdy się znalazł w wodzie. Po czem poznajecie, że waży mniej? — Co należy uczynić, aby wagę zrównoważyć? — (Ująć pewną część gwiehtów z jednej szalki, lub tyleż dołożyć do drugiej). — Użyjmy lepiej drugiego sposobu. Dokładam na drugiej szalce (tej właśnie, do której przywiązałem kamień) gwiehty; muszę dołożyć 2 łuty, aby zrównoważyć stratę ciężaru kamienia w wodzie. Ile więc nasz kamień stracił na wadze w wodzie? (2 łuty). — Zauważcie, że stracił ściśle tyle, ile waży taka sama objętość wody, która się z kubka wylała, gdyśmy kamień wpuścili. — Tak samo każde ciało staje się w wodzie jakby lżejsze, traci pozornie na wadze i zawsze traci tyle, ile waży taka sama objętość wody, jaką to ciało zajmuje. — Stąd mamy łatwy sposób dowiedzenia się, ile waży jakaś objętość wody, równa objętości danego ciała. Do tego nie potrzebuję już kubka z rurką. Ważę mój kamień, zawieszony na nitce u wagi, naprzód w powietrzu; waży 5 łutów; następnie wpuszczam go do wody w zwykłym naczyniu, np. w szklance, i dokładam do szalki, na



której wisi, ciężarki dla zrównoważenia straty ciężaru w wodzie, muszę dołożyć 2 łuty; tyle więc kamień stracił na wadze w wodzie; tyle również waży taka sama objętość wody. — Skoro mój kamień waży 5 łutów, a takąż objętość wody 2 łuty, to jaki jest ciężar właściwy kamienia? ( $5 \text{ ł.} : 2 \text{ ł.} = 2\frac{1}{2}$ ). Biorę inny kamień, uwieszam go u szalki wagi na nitce, waży 12 łutów; wpuszczam kamień do wody, ile stracił na wadze? (4 łuty). — Więc ile waży taka sama objętość wody? (4 łuty). — A więc jaki jest ciężar właściwy tego kamienia? ( $12 \text{ łut.} : 4 \text{ łut.} = 3$ ) — Ale dlaczego ciało staje się w wodzie pozornie lżejsze? — Woda je podtrzymuje. — W gęstym syropie, któryby je jeszcze lepiej podtrzymywał, lub w galarecie, straciłoby na wadze jeszcze więcej. — Co się znajdowało w tem miejscu w szklance wody przedtem, zanim wpuściliśmy kamień? — Taka sama objętość wody. — Miała ona przecież jakiś ciężar, dlaczego więc nie spadła na dno? — Dolne warstwy wody ją podtrzymywały. Te dolne warstwy wody mogą przeto podtrzymać pewien ciężar, taki, jak ciężar objętości wody, jaką nasz kamień usunął. Gdy więc wpuszczam do wody ciało cięższe, ważące np. 5 łutów, to z tych 5 łutów pewna część, równa ciężarowi takiej samej objętości wody, jaką zajmuje to ciało, zostaje przez wodę podtrzymana i ciało traci pozornie na wadze tyle, ile waży równa mu objętość wody. — To działanie wody nazywamy ciśnieniem wody ku górze. — Gdybym w wodzie umieścił ciało, które waży ściśle tyle, ile sama objętość wody, nie spadłoby ono w wodzie i nie wypłynęłoby w niej ku górze; ciało lżejsze zostałoby tem ciśnieniem wyparte w górę, pływałoby po powierzchni wody. Oznaczcie podanym sposobem ciężar właściwy kawałka żelaza, kawałka miedzi, pierścionka złotego, kawałka kredy].

[Biorę kamień w rękę, podnoszę go w górę i puszczam swobodnie. Kamień spada w jednej chwili na ziemię po linii prostej, zawsze w tym samym kierunku, który nazywamy kierunkiem pionowym. Powtarzam to samo z ćwiartką bibuły angielskiej. — Czy tak samo spada? — Dlaczego spada wolniej. — Gniotę bibułę w rękę i robię z niej małą kuleczkę, którą znów tak samo puszczam. Spada teraz prawie jak kamień prędko i prosto. Czyżby jej ciężar się zmienił? Przecież nie powiększałem ciężaru,

zmniejszyłem tylko objętość bibułki. Powietrze również podtrzymuje ciała w niem spadające; słabiej podtrzymuje od wody, ale nieco jednak podtrzymuje. Biorę książkę zamkniętą w jedną rękę, ćwiartkę papieru tej samej wielkości, co górna powierzchnia książki, w drugą i oba te ciała puszczam jednocześnie z jednakowej wysokości. Książka spada prędkiej. Kładę teraz papier na książkę i oba ciała spuszczam jednocześnie. Książka obecnie nie wyprzedza papieru, gdyż ostatni idzie za nią, nie natrafiając na przeszkodę ze strony powietrza, które usuwa przed sobą książka. O ile więc powietrze, woda, czy inny ośrodek nie stawia przeszkody, wszystkie ciała spadają jednakowo prędko. W powietrzu zaś tracą pozornie na wadze, tak samo, jak nasz kamień tracił pozornie na wadze w wodzie. Tracą tyle, ile waży taka sama objętość powietrza. Dlatego ćwiartka bibuły, zajmując większą objętość, traci więcej, niż kulka tej samej bibuły. Im większą objętość ciało zajmuje, tem więcej na wadze traci w powietrzu lub w wodzie. Kawałek żelaza tonie w wodzie, gdy mu nadamy tak wielką objętość, aby, zanurzając się w wodzie, wypchnął dużą objętość wody i stracił przeto na wadze tyle, ile sam waży lub więcej, będzie pływał po wodzie. Dlatego kociołek żelazny, okręt żelazny (pancerńnik) mogą pływać po wodzie. Dlaczego balony, obciążone nawet koszem z ludźmi, unoszą się w powietrzu w górę?]

## WYKŁAD XI.

**Smak, zapach, dźwięk. — Czułość naszych zmysłów. — Temperatura, termometr. — Rozszerzalność ciał.**

Jakie poznaliśmy dotąd własności ciał? (Barwę, połysk, przezroczystość, kształt, wielkość, twardość, ciężar). Jakimi zmysłami poznajemy te wszystkie własności? (Wzrokiem i dotykem). Czy te dwa zmysły zawsze wystarczają do poznania ciała? (Nie zawsze). Jakimi jeszcze zmysłami można poznać ciała? (Smakiem, powonieniem, słuchem). Czy każde ciało posiada smak? (Nie



każde). Jakie ciała np. nie mają smaku? (Kamień, żelazo, miedź, węgiel kamienny, szkło i w. in.). A kreda? (Nie ma smaku). Jakie np. ciała można poznać po smaku? (Sól, cukier, ocet, spirytus i w. in.). Zauważcie, że ciała mające smak są albo płynami, np. ocet, spirytus i t. p., albo rozpuszczają się w wodzie, np. sól, cukier i t. d. Czy sól, cukier, ocet i t. p. mają jednakowy smak? (Nie). Wymieńcie, jaki bywa wogóle smak ciał? (Słodki, gorzki, kwaśny, słony, cierpki, ostry, chłodzący, palący, mdły). Nie każdy smak jednak wszyscy jednakowo rozróżniamy; jakie ciała są słodkie, jakie gorzkie, kwaśne lub słone, na to wszyscy się zgodzimy; ale co do innych rodzajów smaku rozmaicie je rozumieć można. Nie wszyscy ludzie mają jednakowo zmysł smaku wyrobiony — dlatego też jedni wyliczają więcej jeszcze nazw, inni mniej. Wzrok mamy daleko lepiej rozwinięty i dlatego przy odróżnianiu różnych barw nie może być takiego nieporozumienia; słuch mamy także prawie wszyscy dość delikatny, ale inne zmysły są u ludzi słabiej rozwinięte.

Jeszcze gorzej, niż ze smakiem, radzimy sobie z powonieniem. Wiadomo, jak silnie rozwinięty węch mają zwierzęta; my wcale tego zrozumieć nie możemy, w jaki sposób pies np. tak doskonale węchem odróżnia przedmioty i ludzi, nawet niewidzialne ślady osób i rzeczy, na znacznej niekiedy odległości. I my odróżniamy powonieniem niektóre ciała, ale bardzo słabo. Większa część ciał nie ma dla nas zapachu żadnego; jakie np.? (Kamienie, cukier, sól, kreda, metale i w. in.). Te zaś ciała, które odróżniamy po zapachu, mają albo przyjemną dla nas, albo nieprzyjemną woń; jest to dla nas najważniejsza różnica, pozatem niewiele możemy powiedzieć. Każdej barwie, którą wyraźnie widzimy, nadajemy osobną nazwę; nie mówimy up., że przedmiot ten ma barwę liścia, lecz że jest zielony; nie mówimy, że coś jest koloru cytryny, lecz że ma barwę żółtą i t. d. Tak samo smak, o ile go wyraźnie i dobrze czujemy, ma swoje nazwy; nie powiemy, że jakieś ciało jest takiego smaku jak cukier, lecz że jest słodkie. Ale dla różnych rodzajów przyjemnego lub nieprzyjemnego zapachu nie mamy osobnych nazw i jeżeli chcemy powiedzieć, jaki zapach ma ciało, o którym mówimy, musimy ten zapach porównać z zapachem innego

znanego wszystkim ciału; powiadamy, że ciało ma np. zapach fiołków, migdałów, piżma, zgnilych jaj i t. p.

Te dwie własności ciał niektórych: smak i zapach — są więc bardzo niedokładne, a przytem wiele ciał nie posiada ich wcale. Z tego powodu bardzo rzadko mogą one nam przyjść z pomocą przy rozpoznawaniu ciał. Kreda np. nie różni się od krochmalu lub gipsu ani kolorem, ani połyskiem, ani przezroczystością, ani twardością. Czy można te ciała odróżnić po ich smaku lub zapachu? (Nie). Czemu? (Bo żadne z nich nie ma ani zapachu, ani smaku). Więc i te dwie własności są niedostateczne i jeszcze mniej nas o ciele uczą, niż inne.

Słuchem również można rozpoznać niektóre ciała, ale także nie zawsze. Mam np. wątpliwość, czy moneta, którą posiadam, jest prawdziwą; często zdarzają się monety srebrne fałszowane; chciałbym wiedzieć, czy moja moneta jest rzeczywiście srebrną, czy zrobioną z innego metalu. Naprędce postępujemy zwykle tak, że rzucamy monetę o stół i przysłuchujemy się, czy wydaje czysty, donośny dźwięk, czy też uderza głucho o stół. Czy tylko srebro można tak poznać po dźwięku? Jakie jeszcze inne ciała po dźwięku poznajemy? Różne metale, gdyż każdy posiada właściwy sobie dźwięk. Taki dźwięk nazywamy metalicznym. A prócz metali jakie ciała przy uderzeniu dają czysty dźwięk? Szkło, porcelana, struny muzyczne i in. Czy wszystkie te ciała mają jednakowy dźwięk? (Różny). Więc możnaby ciała poznawać i po dźwięku, ale i w tym razie dźwięk niewystarczałby, bo mogą być różne ciała, wydające jednakowy dźwięk. Więc ani na wzroku samym, ani na dotyku, ani na smaku, powonieniu lub słuchu oddzielnie polegać nie można. Trzeba się starać poznać ciało wszystkimi zmysłami; wówczas mamy już tyle wskazówek, że najczęściej w codziennym życiu wystarczają nam do poznania ciała. Innego sposobu poznania ciał, jak zapomocą zmysłów naszych, nie mamy; wszystko na świecie poznać możemy tylko zapomocą zmysłów. Ale musimy umieć posługiwać się naszymi zmysłami, bo to nie dość jest zobaczyć, jak ciało wygląda, nie dość jest spojrzeć na nie, dotknąć się do niego, lub powąchać, trzeba umieć jeszcze to ciało na różne sposoby wypróbować, wybadać, doświadczyć zapomocą różnych sposobów i środków, aby dowiedzieć się o niem wszystkiego, czego tylko dowiedzieć



się można, bo inaczej nie będziemy mogli powiedzieć, że je naprawdę znamy dobrze. Na przyszłych lekcjach dowiecie się jakim sposobem można badać ciała.

*(Dla uczniów starszych i bardziej rozwiniętych podajemy ustęp poniższy):*

[Ile mamy zmysłów? Wymieńcie jeszcze raz wszystkie. W nauce przyjmujemy dziś nie 5, lecz 6 zmysłów. Co można poznać, dotykając się ogrzanego pieca, prócz kształtu jego, twardości, gładkości i t. p. (Że jest ciepły). Dawniej też myślano, że stan ciepła ciała, czyli jego temperaturę, poznajemy dotykiem. Zauważcie jednak, że choć zdolność poznawania zapomocą dotyku rozpoczyna się w całej naszej skórze, to jednak najdokładniej poznajemy kształty, twardość, gładkość czy chropowatość ciał końcami palców. Zmysł dotyku ześrodkowany jest głównie w końcach palców. Grzbietem dłoni, łokciem, czy skórą na czole tak dobrze nie odczuwamy kształtów, twardości czy gładkości, jak końcami palców. Rozsuńcie nieco końce cyrkuła i dotknijcie się niemi końca palca; czujemy wyraźnie 2 ostrza; dotknijmy się niemi policzka lub czoła, skóry na ramieniu, łokciu, czy na grzbiecie dłoni, nie odróżnimy wcale (nie będąc z góry o tem uprzedzeni), czy to są 2 oddzielne ostrza, czy też jedno. Gdy wyjdziemy na ulicę, czujemy w zimie chłód. Czy go odczuwamy przedewszystkiem końcami palców? Nie, najlepiej odczuwamy go skórą na twarzy. Czy, aby poznać temperaturę ciała, muszę się ciała tego dotknąć? Nie, odczuwamy temperaturę często z odległości. Z tych powodów odróżniamy dziś zmysł temperatury, jako coś odrębnego od zmysłu dotyku. Odróżnianie temperatury może się nam również przydać przy poznawaniu ciał; np. opisując zwierzęta, dodając, czy są ciepło-, czy zimnokrwiste; opisując kraj, zaznaczając, jaka w nim panuje przeciętnie temperatura, czy ma klimat ciepły, czy zimny. W potocznej mowie odróżniamy ciepło od zimna; stosujemy te nazwy jednak tylko do naszego osobistego wrażenia, które zresztą może być dość różne; to, co jest cieplejsze od naszego ciała, nazywamy ciepłem, co chłodniejsze — zimnem. Wszystkie martwe ciała mają taką temperaturę, jaką ma otaczające powietrze: jednak metale, ławka kamienna mogą się nam na razie wydawać zimniejszymi; dowiecie się w dalszych wykładach, dla czego. To samo ciało może się jednym ludziom wydawać

cieplejsze, innym — zimniejsze. Gdy wchodzimy z mrozu do nieogranzonego pokoju, odczuwamy ciepło, wchodząc do tegoż pokoju z łaźni, odczulibyśmy silny chłód. Gdy rękę, którą trzymaliśmy w gorącej wodzie, przeniesiemy do wody letniej, wydawać się ona nam będzie zimną; ręka przeniesiona z wody zimnej do letniej odczuje ciepło. Ciała same nie są zimne ani ciepłe, mogą tylko mieć niższy lub wyższy stan ciepła, mogą mieć bardzo niską lub bardzo wysoką temperaturę.

Jakim sposobem zwykle oznaczamy stan ciepła, czyli temperaturę ciała? (Termometrem). Więc co to jest termometr, cz. ciepłomierz? (rys. 19). (Przyrząd do oznaczania stopnia temperatury). Jak wygląda zwykle używany termometr? (Rurka szklana rozszerzona w kuleczkę na jednym końcu, na drugim zalutowana, z podziałką; w kuleczce znajduje się rtęć, czyli merkurjusz). Jak poznajemy temperaturę zapomocą takiego przyrządu? Od ciepła rtęć się rozszerza i podnosi w rurce; im wyższa temperatura, tem wyżej się rtęć wznosi; przy obniżaniu się temperatury rtęć się kurczy i opada w rurce; poznajemy więc temperaturę po wysokości, do jakiej dochodzi poziom rtęci w ciepłomierzu.

Czy tylko rtęć się rozszerza przy ogrzewaniu, a kurczy przy oziębianiu? Wszystkie ciała się tak zachowują, nie w jednakowym jednak stopniu, jedne ciała bardziej, inne mniej; dla termometrów rtęć jest zawsze z wielu względów najdogodniejszą. Weźmy próbkę, zakorkujmy ją korkiem przedziurawionym i wstawmy w otwór korka rurkę; napełnijmy próbkę wodą tak, aby woda dochodziła do połowy rurki, i ogrzejmy próbkę nad lampą; widzimy, że woda w rurce podnosi się; gdy próbka ostyga, woda się kurczy. Gdy balonik dziecięcy, z którego już gaz w części się ulotnił, potrzymamy nad ciepłym kominem, rozdyma się znacznie, a nawet może pęknąć: to gaz w nim się rozszerza. Trzymałem przed chwilą szklaną próbkę nad lampą, lecz nie pękła; zwyczajna szklanka wnetby pękła. Szklanka ma dno grubsze niż ścianki, a i ścianki nie są wszędzie jednakowej grubości; stąd gdy się ogrzewa,



Rys. 19.



cieńsze miejsca rozszerzają się prędzej, grubsze wolniej się ogrzewają i wolniej rozszerzają, dlatego szklanka musi pęknąć. Próbowka, cylinder do lampy są wszędzie jednako grube, jednakowo się więc wszędzie rozszerzają przy ogrzewaniu i dlatego mogą być trzymane nawet w płomieniu, a nie pękną. Układając szyny na drodze żelaznej jedną za drugą, pozostawiają między niemi małą przestrzeń wolną, aby przy zmianie temperatury, wydłużając się, nie naciskały na siebie i wskutek tego nie wyginały. O tem samem pamiętają przy budowie mostów żelaznych. Dlaczego ruszty w piecu nie mogą być ściśle obmurowane? Dusze żelazne w żelazku do prasowania siedzą luźno, dopóki są zimne, po rozpaleniu wchodzą w żelazko ściśle. Często się zdarza, że flaszeczki ze szklanym korkiem nie możemy odkorkować, gdyż korek szklany mocno przylgnął do flaszeczki; wówczas szyjkę flaszeczki ogrzewamy przez krótką chwilę w płomieniu, lub nad lampą, poczem korek z łatwością z flaszeczki wyjąć się daje; dlaczego? Nie należy jednak szyjki ogrzewać za długo, gdyż może pęknąć, a i korek zacznie się rozszerzać i dalej przylegać będzie do szyjki.

Czy wiecie, jak się robi termometr? Do wąskiej rurki szklanej, u dołu rozdętej w kuleczkę, nalewamy rtęci mniej więcej do połowy rurki; następnie silnie ją ogrzewamy nad lampką, wówczas rtęć podnosi się w górę, aż do końca rurki i wypycha z rurki powietrze, poczem górny koniec rurki zatapiamy w ogniu. Gdy rurka ostygnie, rtęć znów się skurczy, ale nad nią nie będzie już powietrza, które, jak powiedzieliśmy, zostało wypchnięte. Tak przygotowaną rurkę kładziemy do topniejącego lodu; rtęć skurczy się i po pewnym czasie zatrzyma się, nie opadając już więcej. W miejscu, do którego rtęć sięga w topniejącym lodzie, robimy na rurce, lub na przymocowanej do niej deseczce znaczek (kreskę poziomą) i piszemy obok tego znaczka 0, gdyż od tego stanu ciepła, odpowiadającego temperaturze topniejącego lodu, poczynamy liczyć stopnie temperatury, czyli ciepłoty. Następnie zawieszamy termometr we wrzącej wodzie; rtęć podniesie się znacznie w górę i po pewnym czasie zatrzyma się, nie podnosząc się już dalej; w tem miejscu robimy znów znaczek i piszemy 100. Przestrzeń pomiędzy znaczkami 0 a znaczkami 100 dzielimy na 100 równych części, któ-

re oznaczamy kolejnymi liczbami (zwykle co dziesiąty znaczek) i takież same części odmierzamy znów poniżej 0, oznaczając je również kolejnymi liczbami. Te równe części nazywamy stopniami termometru. Stopnie powyżej 0 nazywamy stopniami ciepła, poniżej 0 — stopniami zimna. Cała ta podziałka jest dowolnie wybrana; moglibyśmy zacząć liczyć ciepłotę od jakiegoś innego stanu, np. od stopnia, przy którym się topi inne ciało i nie odróżniać stopni ciepła od stopni zimna; przyjęto jednak przeważnie liczyć stopnie od temperatury, przy której się topi lód. Tak samo możnaby w miejscu, do którego dochodzi rtęć w termometrze, umieszczonym w wodzie wrzącej, napisać nie 100, lecz inną jaką liczbę i podzielić przestrzeń od 0 do tej liczby na odpowiednią liczbę równych części; mielibyśmy wówczas inne stopnie temperatury, któremibyśmy ją mierzyli. W domowych naszych termometrach np. przyjęto w tem miejscu pisać 80 i dzielić przestrzeń między 0 a 80 na 80 równych części, czyli stopni. Taki 80-stopniowy termometr nazywa się termometrem Réaumura. W nauce jednak, a także w domowym zastosowaniu w całej prawie Europie zachodniej, liczymy stopnie ciepłoty podług termometru 100-stopniowego czyli ciepłomierza Celsjusza. W Anglii i jej posiadłościach, a także w Stanach Zjednoczonych Ameryki używany bywa jeszcze inny ciepłomierz (Fahrenheita, którego 0 odpowiada 32 stopniom zimna termometru 100-stopniowego, a przestrzeń od tego 0 do punktu wrzenia wody podzielona jest na 212 równych części). Jak dowolną rzeczą jest, jaką wybierzemy jednostkę miary długości (łokiec, arszyn, metr i t. p.), aby się tylko wszyscy ludzie na jedną zgodzili, lub jak dowolną rzeczą jest wybór jednostki ciężaru (funt, kilogram i t. p.), tak dowolnem również pojęciem jest stopień ciepła. Stopnie powyżej 0 oznaczamy na piśmie przez +, zimna przez —, które to znaki piszemy przed liczbą, oznaczającą temperaturę; za liczbą zaś dodajemy znak ° (stopień) oraz pierwszą literę nazwy termometru, np. + 16° C., czytamy: 16 stopni powyżej 0 (ciepła) podług termometru systemu Celsjusza; — 9° R., czytamy: 9 stopni niżej 0 (zimna) podług termometru Réaumura. Ponieważ 100° C. = 80° R., przeto 1° C. =  $\frac{80}{100}$  czyli  $\frac{4}{5}$ ° R. Łatwo więc zawsze zamienić stopnie jednego termometru na stopnie drugiego. Na każdym



termometrze zobaczycie u góry znak R lub C dla oznaczenia, jakiego systemu jest dany termometr (rys. 19).

Ponieważ ciepłota powietrza na ziemi nie przenosi nigdy  $+40$  do  $50^{\circ}$  R., przeto w termometrach, przeznaczonych do użytku domowego, do mierzenia temperatury powietrza w mieszkaniu lub na dworze, w termometrach kąpielowych i t. p. doprowadzają podziałkę tylko do  $+40$  lub do  $+50^{\circ}$  R. (robią ją zwykle przez porównanie z termometrem  $80^{\circ}$  lub  $100$ -stopniowym). Tylko do mierzenia ciepła sztucznie wywołanego używane są termometry, mające dalszą podziałkę. Zawieszając termometr w mieszkaniu, należy uważać, aby nie wisiał zbyt blisko okna, pieca, palącej się lampy, gdyż inaczej nie wskaże właściwej ciepłoty powietrza w całym pokoju. Zawieszając go za oknem, zważać trzeba, aby nie wisiał na miejscu, wystawionem na bezpośrednie działanie promieni słonecznych (najlepiej zawiesić go za oknem, wychodzącym na północ), a także, aby był ochroniony od deszczu czy śniegu. Dla zmierzenia temperatury wody w kąpieli, czy temperatury innego ciała, należy cieplomierz potrzymać naprzód w tem ciele najmniej 7 minut i zauważyć wskazywaną ciepłotę, nie wyjmując go w całości z wody, czy innego ciała. Czy wiecie, jaka jest ciepłota ciała ludzkiego? ( $+37^{\circ}$  C.). Taką temperaturę ma ciało ludzkie zawsze, w ciepłym miejscu, jak i na mrozie, bez względu na to, czy nam jest ciepło, czy zimno, w krajach gorących, jak i na północy; tylko w wypadkach choroby temperatura się zmienia, podnosi się lub opada o kilka stopni (najwyżej o  $5^{\circ}$ ). Do mierzenia ciepłoty naszego ciała używane są inne, t. zw. lekarskie termometry.

W temperaturze  $-40^{\circ}$  C. rtęć marznie i przestaje wskazywać dalszą obniżkę temperatury. W naszej strefie tak wielkiego zimna, dochodzącego do  $-40^{\circ}$  C. nigdy nie bywa; w krajach północnych jednak, w których takie temperatury nie są rzadkie, cieplomierze rtęciowe nie mogłyby być używane. To też tam najczęściej używają termometrów spirytusowych, tak samo urządzonych, lecz zawierających w rurce w miejsce rtęci spirytus (który marznie dopiero przy  $-150^{\circ}$  C.). Ponieważ spirytus jest cieczą bezbarwną, przeto dla lepszego uwidocznienia go zabarwiają go w cieplomierzach na niebiesko lub czerwono. Takie termometry widujecie i u nas zazwyczaj na

ulicy przed wystawami optyków, takież mamy w Warszawie przed ratuszem. [Przy sposobności możnaby tu dać jeszcze uczniom pojęcie o tem, co nazywamy temperaturą przeciętną danej miejscowości i jak ją wyprowadzamy].

## WYKŁAD XII.

### Kruchość, giętkość i plastyczność ciał.

Powiedzieliśmy na zeszłej lekcji, że, aby dobrze poznać ciało, należy jeszcze wypróbować je różnemi sposobami; badamy, co się z niem stać może, do czego je użyć można, jak ono wygląda, nie tylko na zewnątrz, lecz i na wewnątrz, skąd pochodzi, jak powstaje i t. d. Weźmy np. kawałek cukru i kawałek marmuru białego; widzieliśmy już, że te dwa ciała są bardzo podobne do siebie na oko, ale bardzo łatwo odróżnić je od siebie, nie tylko po tem, że cukier jest słodki, a marmur nie ma żadnego smaku, lecz i po wielu innych jeszcze własnościach. Nie wszystko przecież można próbować smakiem. Dość palcem potrząść cukier, lub zlekka uderzyć go młotkiem, żeby zauważyć, że ziarna cukru odpadają; czy tak samo łatwo odpadają ziarna marmuru? (Nie). Cukier jest więc kruchy, marmur nie. Wyliczcie jeszcze kilka ciał kruchych. (Kreda, gips, krochmal, sól i in.). Czy papier jest także kruchy? Czy możnaby np. zgiąć cukier lub marmur, jak papier w rękę, aby się przytem nie pokruszył? (Nie). Jakie ciała możnaby jeszcze zgiąć tak, aby się nie pokruszyły i nie złamały, ani nie zgmiotły? (Gąbkę, puch, włosy i t. d.).

Weźmy cienkie i wąskie paski różnych ciał, np. stali, fiszbinu, wyjętych z gorsetu, — pióra gęsiego, kości słoniowej, papieru, trzciny i in. (Nauczyciel pokazuje niektóre z tych ciał). Zauważcie, że można je mocno zgiąć, nie łamiąc, ani krusząc; a gdy je puścimy, znów się prostują i przyjmują taki sam kształt, jaki miały przedtem, nic się nie zmieniając. Taką własność ciał nazywamy giętkością lub sprężystością. Czy wszystkie ciała są sprężyste? (Nie). Łaskę trzciniową można bardzo silnie zgiąć; lecz gdy ją zegnę mocno, czuję, że dalej zgiąć



ją już jest bardzo trudno; coby się stało, gdybym nie zważał na to i mocniej ją jeszcze zgiał? (Pękłaby). Więc choć trzecina jest sprężysta, lecz tylko do pewnego stopnia, poczem łamie się; powiadamy, że sprężystość trzeciny ma pewną granicę. A gdybym za mocno zgiał stal, czy takżeby się złamała? (Tak). Każde ciało sprężyste jest sprężystem tylko do pewnego stopnia, ma granicę swej sprężystości.

Zobaczmy teraz, czy sprężystość stali, fiszbinu i innych ciał jest jednakowa. Zginam po kolei wszystkie te ciała, jak daleko zgąć je tylko mogę bez złamania: widzicie, że fiszbin daje się bardziej zgąć, niż stal. Czy szkło jest sprężyste? Weźmy wąski i długi pasek szyby szklanej i położmy go na stole; pod pasek podkładam wpoprzek ołówek po samym środku i następnie zlekka i ostrożnie naciskam na oba końce paska, dopóki nie dotkną się stołu. Widzicie, że choć pod szkłem na stole leży ołówek, mogę oba końce szkła przycisnąć do stołu; pasek szklany zgina się; teraz puszczam końce paska szklanego i pasek znów się prostuje. Więc czy szkło jest sprężyste. (Jest). Czy ono jest tak samo sprężyste jak fiszbin? (Nie). A tak jak stal? (Nie). Szkło jest wogóle bardzo mało sprężyste. Są więc ciała bardzo sprężyste, mniej sprężyste, bardzo słabo sprężyste. Najbardziej sprężyste są: gazy, guma, kość słoniowa, fiszbin, gąbka, włosy, siano, stal. Do czego są używane ciała sprężyste? Do wypychania materaców i siedzeń, do opakowywania kruchych przedmiotów, np. szkła, porcelany, — do robienia drutów, sprężyn i t. d.

Gdybym zgniótł kawałek miękkiej gliny, czyby ona przyjęła napowrót dawny kształt, tak jak przyjmuje go napowrót np. ściśnięta w rękę gąbka, gdy rękę otworzę? Gлина nie jest sprężystą i zachowuje taki kształt, jaki jej nadamy; takie ciała nazywamy plastycznymi; z ciał plastycznych można wyrabiać łatwo rozmaite przedmioty. Wszystkie ciała są więc albo plastyczne, łatwo zmieniające i zachowujące zmieniony kształt, — albo sprężyste, zmieniające kształt tylko na czas pewien i mogące znów powrócić do dawnego kształtu, — albo wreszcie kruche, niepoddające się wcale zmianie kształtu. Ścisłej jednak granicy pomiędzy temi trzema rodzajami ciał przeprowadzić nie można. Jaką jest kreda? (Krucha). Jakim jest

gips nierozmiękczony? (Kruchy). Gips rozmiękczony wodą jest plastyczny. Jakim jest krochmal? (Kruchy).

Widzieliśmy, że jeżeli trudno odróżnić na oko cukier od marmuru, to łatwo je rozróżnić po smaku i kruchości; bo choć oba są kruche, to jednak marmur znacznie mniej, niż cukier. Gdy zaczniemy te dwa ciała próbować różnemi środkami, przekonamy się, że można je bardzo łatwo odróżnić od siebie jeszcze innemi sposobami. Wrzucmy np. kawałek cukru i kawałek marmuru do wody; co się z niemi stanie? (Cukier się rozpuści w wodzie, marmur nie). Położmy te dwa ciała na łyżeczkę od kawy i potrzymajmy nad płomieniem świecy lub lampy; co z niemi zajdzie? Cukier się roztopi na żółtą masę, marmur nie. Zapamiętajcie różnicę pomiędzy rozpuszczalnością i topliwością; rozpuścić się może ciało w wodzie lub innym płynie, roztopić się może tylko od ciepła. (*Dzieci zwykle tego nie rozróżniają i często wyrażają się: sól topi się w wodzie, żelazo rozpuszcza się w ogniu, wyrażenia te zawsze prostować należy*).

Czy drzewo także topi się w ogniu? (Nie). Co się stanie z drzewem w ogniu? (Spali się). Własności, które pod koniec wymienilem: rozpuszczalność, topliwość, palność, są bardzo ważne — musimy je na przyszłych lekcjach bliżej poznać. Teraz rozumiecie, co to znaczy badać i próbować ciała, i widzicie, że tą drogą można poznać wiele jeszcze nowych własności, którychbyśmy dostrzec nie mogli, gdybyśmy się na te ciała tylko patrzyli, gdybyśmy się ich tylko dotykali lub wachali.

Z wszystkich własności, jakie dotąd poznaliśmy, najważniejsze stosunkowo są twardość i ciężar właściwy, gdyż najmniej zależą od wrażliwości naszych zmysłów i od przypadkowych domieszek. Zwróćcie jednak uwagę, iż wszystkie one jeszcze nie wystarczają do ostatecznego odróżnienia ciał. Dotąd np. jeszcze nie określiliśmy ściśle, czem się różni np. krochmal od kredy. Zobaczmy, czy nam się uda, badając ich rozpuszczalność, topliwość lub palność.



## W Y K Ł A D XIII.

**Sól kuchenna; rozpuszczalność ciał, roztwory nasycone, cedzenie roztworu.**

Pod koniec zeszłej lekcji powiedzieliśmy, że musimy się obeznać jeszcze z kilkoma własnościami ciał, a przedewszystkiem z rozpuszczalnością. Weźmy znane wszystkim ciało: sól, na której tę własność najlepiej poznamy. Przedewszystkiem opiszcie mi, jak sól wygląda. (Jest to proszek białej barwy). Prawda, sól sproszkowana, jakiej używamy do potraw, jest barwy białej; ale istnieje jeszcze inna sól, w kawałkach, można jej dostać w każdym sklepiu, dodają jej do paszy bydłu, koniom, a po wsiach to i ludzie jej do potraw używają. Przypatrzcie się takiemu większemu kawałkowi soli (*nauczyciel winien rozdać kawałki uczniom*); widzicie, że jest zupełnie bezbarwny, jak szkło, ma połysk i jest przezroczysty. Sól w proszku ma także połysk szklisty i jest przezroczysta; jest to ta sama sól, jak ta w wielkich kawałkach; czemuż więc jedna jest białą, a druga bezbarwną? Żeby to zrozumieć, zróbcie naprzód na bezbarwnym kawałku soli kreskę odwrotnym końcem stalki lub nożem, albo szkłem; można ją porysować wieloma innemi ciałami, gdyż jest wogóle bardzo miękka. (Jaki jest stopień jej twardości?). Widzicie, że kresa, czemkolwiek zrobiona na bezbarwnym kawałku soli, jest białą, zeskrobaliście z niej proszek biały. Zauważcie, że chociaż sól sproszkowana jest barwy białej, to jednak każde oddzielnie wzięte ziarnko tej soli jest bezbarwne. Weźmy teraz kawałek szkła zwykłego z szyby, także bezbarwnego, i roztłuczmy go w moździerzku na drobny proszek, przykrywszy moździerzek gałgankiem, aby się szkło nie rozprysło i nie pokaleczyło nas. Szkło jest bezbarwne, ale gdy je sproszkujemy, otrzymamy, jak widzicie, proszek biały. Tak samo drobny proszek każdego innego bezbarwnego ciała wydaje się białym. Sól więc jest bezbarwna a tylko w proszku wydaje się białą; jest przytem, jak powiedzieliśmy, przezroczystą, ma połysk, smak słony i łatwo rozpuszcza się w wodzie. Po tych cechach można ją od razu poznać i odróżnić od innych podobnych do niej ciał, np. od sody, saletry i t. p. Łatwiej więc ją opisać, niż kredę.

Otóż spróbujmy rozpuścić sól w wodzie. Wsypmy trochę soli do wody i zamieszajmy ją: cała sól rozpuści się; mamy więc czystą napozór wodę, w której jednak rozpuszczona

jest sól. Zapamiętajcie, że woda, w której jest rozpuszczone jakieś ciało, np. sól, cukier, soda lub inne, nazywa się wodnym roztworem tego ciała; przyrządziliśmy więc wodny roztwór soli; gdybyśmy rozpuścili cukier lub sodę, mielibyśmy roztwór cukru lub sody. Ale wsypaliśmy bardzo mało soli, woda zaledwie nabrała słonego smaku, mamy dopiero roztwór słaby. Wsypmy jeszcze jedną szczyptę soli, i ta się rozpuści; następnie wsypujemy potrochu sól do tejże wody małemi porcjami i mieszajmy za każdym razem, aż wszystko się rozpuści, poczem dopiero dalej potrochu wsypujemy; zobaczycie, jak wiele soli rozpuścić się w wodzie może, — ale pamiętajcie, że trzeba zawsze każde ciało, które rozpuścić chcemy, wsypywać do wody powoli, nie od razu wielką masę, i za każdym razem dobrze zmieszać. Mamy już teraz roztwór mocny. Przyjrzyjcie się roztworowi soli; czy można poznać wzrokiem, że w tej wodzie znajduje się sól? (Nie). Wygląda to tak, jakby sól zupełnie w wodzie znikła; jeżeli rozpuszczę cukier lub sodę w wodzie, to i te ciała pozornie znikają. Ale czy znikają naprawdę? (Nie). Jak się można o tem przekonać, że w tej wodzie znajduje się sól? (Ze smaku wody). Jakakolwiek kropelkę roztworu soli weźmiecie, choćby najmniejszą, każda jest słoną; to znaczy, że sól, którą wsypaliśmy do wody, rozdzieliła się na niezliczone mnóstwo drobnych cząsteczek, które się rozeszły po wodzie tak, że w każdej najmniejszej kropelce wody znajduje się pewna ilość tych cząsteczek. Są to tak drobne cząsteczki, że ich dojrzeć nie można. Tak samo rozdzieliła się w wodzie cukier, soda i wiele innych ciał. Więc co to jest rozpuszczalność? Jest to rozpadanie się ciała w płynie na niezmiernie drobne, niewidzialne cząsteczki. Czy wszystkie ciała rozpuszczają się w wodzie? (Nie). Wyliczcie kilka ciał nierozpuszczalnych. (Kreda, marmur, żelazo). Więc są ciała rozpuszczalne w wodzie i nierozpuszczalne.

Alle wróćmy do naszego roztworu i spróbujmy wsypać jeszcze więcej soli. Przekonacie się, że sypiąc potrochu i ciągle mieszając, można rozpuścić w wodzie bardzo wiele soli; w pół szklance wody rozpuści się ze dwie garści soli tak dokładniej że jej wcale w wodzie nie widać. Ale sypmy wciąż dale, i mieszajmy; po pewnym czasie spostrzeżecie, że sól przestaje się już w wodzie rozpuszczać; opada na dno szklanki — i chociażbyśmy jak najdłużej mieszały, nie rozpuszcza się już wcale. Odtąd ile tylko porcji soli dosypimy, każda opadnie



na dno szklanki i żadna się już nie rozpuści. Czego to do-  
wodzi? Że woda może wprawdzie bardzo dużo soli w sobie  
rozpuścić, lecz jednak zawsze tylko pewną jej ilość, i ponad  
tę ilość już więcej soli nie rozpuszcza. Powiadamy wtedy, że  
woda jest już nasycona solą i więcej jej nie przyjmuje. Taki  
roztwór nazywa się roztworem nasyconym. Skosztujcie  
takiego roztworu, — poczujecie jaki ma silny słony smak.  
Zupełnie tak samo można przyrządzić roztwór nasycony  
cukru, sody i t. p., bo każde ciało rozpuszczalne roztwarza  
się w wodzie tylko w pewnej ilości.

Sól taka, jaką po sklepikach sprzedają, jest zwykle nie-  
czysta i dlatego roztwór soli w wodzie bywa często mętny.  
Należy go oczyścić. Można to łatwo zrobić, trzeba tylko roz-  
twór soli precedzić przez bibułę. Weźcie ćwiartkę zwyczajnej  
szarej bibuły, jakiej się używa przy myciu okien, złóżcie ją  
na cztery części i jedną część odchylcie, — tym sposobem  
otrzymacie jakby zamknięty u dołu lejek z bibuły. (*Nauczyciel  
robi na lekcji taki sączonek papierowy*). Ten lejek, odwrócony  
wąskim końcem ku dołowi, zawieście nad czystą szklanką.  
Następnie wlejecie w ten lejek nasyconego roztworu soli.  
(*Nauczyciel wykonywa wszystko, o czem mówi na lekcji*). Po kilku  
minutach zobaczcie, jak roztwór przecieka przez bibułę i spada  
kroplami w podstawioną szklankę. Po pewnym czasie prze-  
cieknie cały roztwór do szklanki; zobaczycie, że jest czysty  
i klarowny, jak najczystsza woda, bo wszystkie męty pozo-  
stały na bibule. Spróbujcie, a przekonacie się, że ten czysty  
roztwór jest tak samo mocno słony, jak przedtem, — więc  
przez bibułę przecieka nie tylko czysta woda, lecz i to, co  
jest w niej rozpuszczone: sól, cukier i t. p. Ale męty są to  
grube, dość duże cząstki wszelkiej nieczystości, nie są one  
w wodzie rozpuszczone, wiszą w niej tylko i dlatego przez  
bibułę nie przeciekają. Takie oczyszczanie nazywamy cedze-  
niem albo filtrowaniem. Otóż otrzymaliśmy czysty roz-  
twór soli i teraz dopiero przekonać się możecie lepiej, że  
rzeczywiście soli w roztworze wcale nie widzimy. Wylejmy  
ten roztwór na czysty spodek lub miseczkę. A teraz wy-  
bierzmy z garstki soli duży czysty kawałek, przywiążmy go  
do końca krótkiej nitki; drugi koniec tej nitki przywiążmy  
do środka patyka lub ołówka, który położymy na brzegach  
spodka z naszym roztworem soli tak, aby wybrany kawałek  
soli zawisł pośrodku oczyszczonego roztworu. Odstawmy  
spodek z roztworem i zawieszonym w nim kawałkiem soli

na dni kilka lub kilkanaście. Pamiętajcie, że roztworu nie  
można przez cały ten czas poruszać z miejsca; zobaczycie,  
że po kilkunastu dniach zawieszony kawałek soli stanie się  
daleko większym.

#### W Y K Ł A D XIV.

**Rozpuszczalność w wodzie zimnej i gorącej. — Ciekawa własność  
białka. — Parowanie roztworu. — Krystalizacja. — Rozpuszczal-  
ność ciał w różnych płynach. — Guma arabska.**

Przyrządziliśmy na zeszłej lekcji nasycony roztwór soli  
w wodzie. Wzięliśmy do tego wodę zwyczajną, zimną. Gdy-  
byśmy wzięli wodę gorącą, moglibyśmy w niej rozpuścić  
taką samą ilość soli. Cukru lub sody rozpuściłoby się w go-  
rącej wodzie nieco więcej, niż w zimnej, ale także tylko  
pewna ilość, poczem sól, cukier lub soda opadają już tylko  
w wodzie gorącej na dno naczynia, nie rozpuszczając się  
więcej. Każde ciało stałe, rozpuszczające się w zimnej wodzie,  
rozpuszcza się również zwykle i w gorącej, zazwyczaj nawet  
w większej ilości. Ze zwykłych ciał, z którymi mamy ciągle  
do czynienia, jest tylko jeden pod tym względem wyjątek.  
Z ciał, będących w codziennem użyciu, jest tylko jedno, ma-  
jące dziwną własność, że rozpuszcza się w zimnej wodzie,  
ale nie rozpuszcza się w gorącej. Czy nie domyślacie się,  
jakie to ciało? Znamy je dobrze i znamy nawet tę dziwną  
jego własność; gdy chcemy, aby stwardniało, kładziemy je  
do gorącej wody i im dłużej się gotuje, tem jest twardsze.  
Teraz domyśliliście się, że to jajko; lecz nie całe jajko, bo  
twarda skorupka jajka od gotowania się nie zmienia; ale  
wewnątrz znajduje się bezbarwny gęsty płyn, który nazy-  
wamy białkiem. Białko ma tę własność dziwną, że w wo-  
dzie gorącej ścina się, krzepnie w twarde, białe kawałki,  
które się już w żadnej wodzie, ani w zimnej, ani w gorącej,  
nie rozpuszczają. Z wyjątkiem białka zresztą każde inne  
ciało stałe, jeżeli tylko jest rozpuszczalne w zimnej wodzie,  
rozpuszcza się zazwyczaj, nawet lepiej i w gorącej; a są i ta-  
kie ciała, które rozpuszczają się tylko w gorącej wodzie,  
w zimnej zaś nie rozpuszczają się. Zapamiętajcie sobie tę



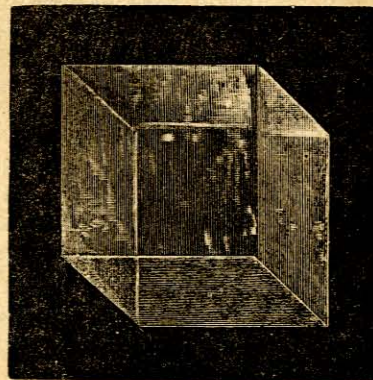
szczególność własność białka, która przyda się nam w przyszłości.

A teraz wróćmy do naszego nasyconego roztworu soli. Przyjrzyjmy się przedewszystkiem kawałkowi soli, który zostawiliśmy na zeszłej lekcji w naszym roztworze. Widzicie, że urósł, jak to przepowiedziałem. Musimy sobie to wyjaśnić, dlaczego ten kawałek soli stał się większym. Przyrzadziliśmy na zeszłej lekcji roztwór soli czysty, tak, że w nim zupełnie nie znać było soli, choć się ona w nim znajdowała. Ze w tej czystej napozór wodzie istotnie zawartą jest sól, możnaby poznać przedewszystkiem po smaku; ale wiecie już, że to jest sposób niedogodny. Otóż mamy jeszcze drugi sposób. Możemy sól wydobyć z roztworu, przypatrzeć się jej, wypróbować. Jeżeli czysty nasycony roztwór postawimy na ogniu i zagotujemy, wówczas woda z roztworu zacznie parować i uchodzić z naczynia, a sól w nim pozostanie. Można wtedy przyrzyć się i przekonać się tym sposobem, że sól znajdowała się w roztworze. Gdyby nawet nie cała, lecz tylko część wody wyparowała, to sól, która w tej wyparowanej części wody była rozpuszczoną, nie może się rozpuścić w pozostałej wodzie, bo ta jest już, jak wiemy, nasycona solą i więcej jej nie przyjmuje. Cóż się więc stanie z solą, która znajdowała się w wyparowanej wodzie? Musi opaść na dno naczynia. W miarę więc jak woda paruje z roztworu, sól opada na dno naczynia. Powtórzcie więc, co się dzieje, gdy roztwór soli gotujemy?

Gdybyście się przypatrzyli takim ziarenkom soli, opadającym z roztworu, zobaczylibyście, że nie są to już bezkształtne ziarenka, lecz foremne bardzo drobne sześcianki. Więc sól może przyjąć kształty foremne. Czy pamiętacie, jak się nazywa ciało, np. kamień, które samo z siebie ma prawidłowy kształt i jest otoczone wokół płaskimi ściankami, tak jakby były oszlifowane (Kryształem). Powtórzcie, co to jest kryształ? Jakże już poznaliście dawniej kryształy? Sól (rys. 20, silnie powiększony), jak widzicie, także przyjmuje sama z siebie kształt foremny, jest otoczona płaskimi ściankami; więc czemuż będzie sól z tego względu? (Kryształem). Sól staje się krystaliczną w roztworze w chwili, gdy woda z roztworu paruje; powiadamy, że sól z wody krystalizuje. Sześciennie kryształki soli układają się często przy sobie tak, że razem tworzą piramidkę wewnątrz pustą (rys. 21, silnie powiększony). Takie piramidki, zwykle

pokruszone, często znaleźć można w soli, otrzymanej przez wyparowanie wody z jej roztworu.

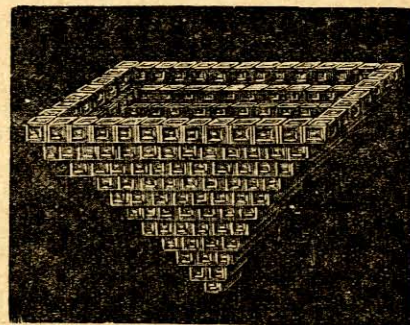
Tak samo nie tylko sól, lecz i wiele ciał innych, rozpuszczalnych w wodzie, krystalizuje z roztworu, gdy woda paruje, — np. soda, alun, saletra i wiele innych. Nie każde jednak ciało tworzy przytem kryształy sześciennie; taką formę przyjmuje zawsze tylko sól, inne ciała tworzą kryształy rozmaitych innych kształtów. Kryształki soli są jednak tak drobne, że prawie nie można dojrzeć ich foremnego kształtu; ale alun (rys. 22) tworzy duże, piękne kryształy odmiennej postaci. (*Wartoby polecić uczniom*



Rys. 20.

*wykryształizować sztucznie alun*). Ziarenka cukru są też drobnymi kryształkami i dlatego się błyszczą; cukier jest rozpuszczony w soku buraków, sok ten w cukrowniach parują i tym sposobem wydobywają rozpuszczony w nim cukier.

Nie trzeba nawet roztworu gotować, aby sól lub inne rozpuszczone w nim ciała wydobyć. Gdy woda stoi przez czas pewien, wówczas, jak wiecie, sama powoli wysycha, a w miarę jak wysycha, rozpuszczona w niej sól opada na dno naczynia. Już w ciągu tych kilku dni opadło kilka ziaren soli na dno szklanki z naszego nasyconego roztworu soli, które teraz na dnie leżą; możecie im się przypatrzeć, jak wyglądają. Kryształki soli, otrzymane z wysychającego roztworu, są większe od otrzymanych przez wygotowanie wody z roztworu i łatwo już dostrzeżone być mogą. Jeżeli jednak w roztworze znajduje się już kawałek

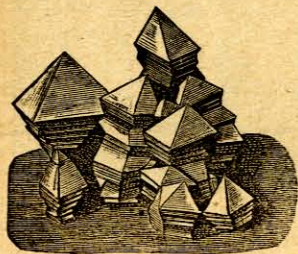


Rys. 21.



soli, to w miarę, jak wysycha, wiele kryształków soli, zamiast opadać na dno szklanki, przyczepia się do zawieszono-  
nego kawałka, przylegając doń. Tym sposobem taki kawałek  
staje się większym. Teraz rozumiecie, dlaczego kawałek soli,  
zawieszony w naszym roztworze, urósł. Objaśnijcie to raz  
jeszcze.

Powiedzcie mi, czy to tylko w wodzie mogą się ciała  
rozpuścić? W czym jeszcze rozpuszczają się ciała? (W spi-  
rytusie, w occie, w benzynie, w nafi-  
cie). Słowem, we wszystkich pły-  
nach. Czy te ciała, które się roz-  
puszczają w wodzie, rozpuszczają  
się też we wszystkich innych pły-  
nach? (*Uczniowie nie wiedzą*). Spró-  
bujmy. Cukier rozpuszcza się w wo-  
dzie; czy rozpuszcza się też w spi-  
rytusie? (Tak). Słodkie wódki mo-  
żna robić tylko dlatego, że cukier  
rozpuszcza się w spirytusie. Czy  
cukier rozpuszcza się w occie? (Tak).



Rys. 22.

Wicie, że guma arabska, której  
używamy do sklejanja papieru, rozpuszcza się w wodzie:  
czy rozpuszcza się ona w spirytusie? Wrzucimy trochę gumy  
arabskiej do mocnego spirytusu, albo nawet weźmy gumę  
rozpuszczoną w wodzie i wlejmy do mocnego spirytusu; zo-  
baczycie, że guma się ścina w twarde kawałki, jak białko  
w gorącej wodzie. Są więc ciała rozpuszczające się tylko  
w pewnych płynach, a w innych nierozpuszczalne. Takie  
ciała, które się w wodzie nie rozpuszczają, mogą się znów  
rozpuścić w innych cieczach.

Gdybyśmy roztwór gumy arabskiej w wodzie wyparo-  
wali, pozostałaby guma w bezkształtnych kawałkach; guma  
nie krystalizuje z roztworu, t. j. nie tworzy nigdy kryszta-  
łów. Po tem więc, w jakim płynie ciało się rozpuszcza, mo-  
żna także ciała rozróżniać, a także i po tem, czy z roztworu  
krystalizuje i jakiego kształtu kryształki przy tem tworzy.  
Widzicie więc, że rozpuszczalność i krystalizacja są to też  
ważne własności.

Wrzucimy trochę kredy do wody zimnej, następnie do  
gorącej; w obu się nie rozpuszcza. Wrzucimy tak samo tro-  
chę krochmalu do wody zimnej, następnie do gorącej. W zim-  
nej nie zmienia się wcale, w gorącej pęcznieje, rozlewa

się, staje się lepki, choć właściwie również się nie rozpusz-  
cza, gdyż woda staje się mętną; ciała, rozpuszczające się  
w wodzie, nie zmętniają jej. Krochmal tworzy w wodzie  
gorącej lepką masę, zwaną klajstrem. Ta cecha pozwala nam  
już do pewnego stopnia odróżnić kredę od krochmalu. Na  
przyszłej lekcji poznamy własność, po której kredę od kroch-  
malu jeszcze lepiej odróżnimy.

## WYKŁAD XV.

**Palność ciał. — Przewodnictwo ciepła. — Jaką korzyść mamy z po-  
znania dobrych i złych przewodników ciepła.**

Poznaliśmy już, jak się zachowują ciała w wodzie  
i w płynach. Mamy poznać jeszcze, jak one się zachowują  
w ogniu. Powiedzieliśmy, że niektóre ciała palą się; ta włas-  
ność nazywa się palnością. Wyliczcie kilka ciał, mają-  
cych tę własność. (Drzewo, węgiel kamienny, torf, nafta, spi-  
rytus, papier, siarka, fosfor i w. in.). Wyliczcie kilka ciał nie-  
palnych. (Kamienie, metale, sól, kreda, marmur, glina i w. in.).  
Co się dzieje z drzewem, gdy się ono pali? Najprzód zwęgla  
się, czernieje, następnie zamienia się w dym i popiół. Tak  
samo zwęgla się i zamienia w dym i popiół papier, płótno,  
torf, węgiel kamienny i wiele innych ciał. Niektóre ciała po  
spaleniu nie pozostawiają popiołu; jakie np.? (Nafta, spirytus,  
benzyna, siarka, fosfor i kilka innych). Czy kreda się pali?  
(Nie). A gips? (Nie). Spróbujmy teraz, czy i krochmal nie  
jest ciałem palnym. (Pali się). Dotąd nie natrafiiliśmy na włas-  
ność, po którejbyśmy tak prędko i pewnie mogli odróżnić  
krochmal od kredy.

Włóżmy drut lub gwóźdź, albo łyżkę srebrną, platero-  
waną lub blaszaną, jednym końcem w ogień, a za drugi  
koniec trzymajmy w ręku. Czy długo będziemy mogli tak  
trzymać te ciała? (Nie). Czemu? (Bo się sparzemy). Przecież  
ogień nie dochodzi do ręki; dlaczego więc się sparzemy?  
Bo ciepło przechodzi przez drut, żelazo i każdy inny metal  
bardzo prędko. Weźmy teraz kawałek drzewa i włóżmy je-  
den koniec jego w ogień; czy całe drzewo tak samo się roz-  
grzeje prędko, jak metal? (Nie). Gdybyśmy zapalili nawet



krótkie drewnienko, np. zapalkę, możemy je trzymać za drugi koniec tak długo, dopóki ogień nie dojdzie do samej ręki. Tak samo możemy długo trzymać zapaloną świecę, zapalony papier i t. p. ciała. To znaczy, że w niektórych ciałach, gdy są w jednym końcu rozgrzane, zwłaszcza w metalach, ciepło rozchodzi się prędko po całym ciecie i dochodzi do drugiego końca; w innych zaś ciałach ciepło się nie rozchodzi. Takie ciała, przez które ciepło łatwo przechodzi, nazywamy dobrymi przewodnikami ciepła wszystkie inne nazywamy złymi przewodnikami ciepła. Ta własność jest także bardzo ważna. Coby się np. stało, gdyby domy budowane były z żelaza? Takiego domu nie moglibyśmy zimą ogrzać, bo ciepło z mieszkań przechodziłoby prędko przez żelazne ściany i uchodziłoby na ulicę, żelazo jest bowiem dobrym przewodnikiem ciepła. Latem zaś mielibyśmy w takich domach nieznośny upał, bo ciepło słoneczne rozgrzewałoby żelazne ściany i przechodziłoby łatwo do mieszkań. Więc z jakiego materiału powinny być budowane domy: z dobrych, czy ze złych przewodników ciepła? (Ze złych). Cegła jest złym przewodnikiem ciepła i dlatego używają jej do budowy domów; tak samo i drzewo.

Wytłumaczcie jeszcze, dlaczego żelazne piecyki prędko i silnie się rozgrzewają, gdy w nich napalimy, ale zaraz stygną, gdy tylko ogień w nich wygaśnie? (Żelazo jest dobrym przewodnikiem ciepła, więc z takiego piecyka ciepło prędko uchodzi). Czy więc piece powinny być robione z żelaza? (Nie). A dlaczego zwyczajny piec kaflowy długo utrzymuje ciepło, nawet gdy ogień już w nim wygaśnie, i może ogrzewać pokój przez dzień cały? (Bo kafle są złymi przewodnikami ciepła i bardzo powoli ciepło przepuszczają). Z jakiego materiału powinno być zrobione ubranie: z dobrego, czy ze złego przewodnika ciepła? Pomyślcie, co by było, gdyby odzież nasza była zrobiona z dobrego przewodnika ciepła: latem ciepło słoneczne łatwo przechodziłoby przez odzież i nie moglibyśmy znieść wielkiego upału; zimą ciepło naszego ciała prędko przechodziłoby przez takie ubranie i byłoby nam ciągle zimno. Więc z jakiego materiału winno być zrobione ubranie? (Ze złego przewodnika). Płótno, sukno, wełna, wata, pierze, skóra zwierzęca i t. p. są złymi przewodnikami ciepła. Niektórym ludziom zdaje się, że futro musi mieć w sobie ciepło, skoro ogrzewa; w rzeczywistości futro nie jest cieplejsze od każdego innego ciała. Gdybyśmy

okryli futrem zimny kamień, kamieńby się przez to nie ogrzał; gdybyśmy okryli futrem lód, lódby się nie stopił. Dlaczego więc futro ogrzewa ludzi? Ono jest po prostu złym przewodnikiem ciepła; ciepło naszego ciała nie może się przedostać przez futro, zatrzymuje się pod nim i nas ogrzewa. Więc gdy nosimy futro, to nie ono nas ogrzewa, lecz ogrzewa nas nasze własne ciepło, które się pod futrem gromadzi i ująć nie może. Wytłumaczcie jeszcze, dlaczego jest nam ciepło, gdy się okryjemy kołdrą. Z tych wszystkich przykładów widzicie, jaka to jest rzecz ważna wiedzieć, czy ciało jest dobrym, czy złym przewodnikiem ciepła; bez tego nie umielibyśmy wielu rzeczy dobrze spożytkować.

Jakim przewodnikiem jest kreda? Weźmy kawał kredy za jeden koniec, trzymajmy go drugim w ogniu; czy ciepło przez kredę przechodzi? Więc jakim jest przewodnikiem ciepła? (Złym). Tak samo złymi przewodnikami są: kamienie, sól, glina i wogóle minerały. Natomiast dobrymi są metale, jakkolwiek je też do ciał mineralnych zaliczamy. Złymi przewodnikami są też wszystkie ciała roślinne i zwierzęce (drzewo, słoma, płótno, sierść, wełna, puch, skóra); do złych też zaliczamy wodę i powietrze. Z jakiego materiału winny być robione kotły, garnki i t. p. naczynia i dlaczego? Dlaczego nie możemy się dotknąć naczyń metalicznych, w których znajduje się woda gorąca? Dlaczego w takich naczyniach, np. samowarach, imbrykach i t. p. robią ręczki, gałki i t. p. z drzewa lub z kości? Dlaczego robią się podłogi drewniane, dachy ze słomy, między ścianki podwójne w lodowniach pokojowych sypimy trociny lub sieczkę, a między ścianki podwójne żelaznej kasy ogniotrwałej — grafit lub popiół? Dlaczego wstawiamy na zimę okna podwójne? (Warstwa unieruchomionego między niemi powietrza jest złym przewodnikiem ciepła). Dlaczego drzewa i studnie owijamy na zimę słomą? Weźcie do ręki drewnianą rączkę pióra, a następnie klucz żelazny; jaką czujecie różnicę i dlaczego? Dlaczego czujemy chłód, gdy się dotykamy kłamek u drzwi? Dlaczego w domach robią z żelaza tylko części zewnętrzne, np. balkony, schody lub tylko wewnętrzne, np. okucie u drzwi i okien, nie robią zaś z metalu takich części, któreby łączyły wewnątrz mieszkań z zewnętrznym powietrzem?



## WYKŁAD XVI.

## Topliwość. — Kowalność. — Trzy stany ciał.

Wiedziecie już, że mamy poznać jeszcze tylko jedną własność ciał, t. zw. topliwość. Mam tu kawałek stearyny; gdybym ją potrzymał nad płomieniem, co się z nią stanie? (Roztopi się). Co to znaczy, że się roztopi? (Rozleje się w płyn). Przedtem nie była płynem, była ciałem twardem, czyli, jak to powiadamy, ciałem stałym; od ciepła zamienia się w płyn. Czy są jeszcze inne ciała stałe, któreby od ciepła zamieniły się w płyn? (Są). A czy są ciała stałe, któreby zamieniły się w płyn, gdy je oziębimy? (Niema). Więc żeby zamienić ciało stałe w płyn, trzeba je ogrzać. Weźmy kawałek kredy i trzymajmy jej koniec w ogniu. Wiedziecie już, że kredę mogę długo trzymać w ręku, choć drugi jej koniec znajduje się w ogniu, i nie sparzę się przytem; co to znaczy? (Kreda jest złym przewodnikiem ciepła). Czy kreda w ogniu się pali? (Nie). Czy się topi? (Nie). Kreda więc jest złym przewodnikiem ciepła i nie pali się, ani nie topi się w ogniu. Jest jeszcze kilka takich ciał: kamień, marmur i inne. Wiele innych znów ciał albo się pali, albo topi, albo prędko i silnie rozgrzewa się i rozpala w ogniu. Trzymanie ciała w ogniu także więc pomaga do rozpoznania ciała. Mam tu kawałek ciała żółtego; jest to siarka. *(Nauczyciel może wziąć w miejsce siarki kamforę lub inne łatwo topliwe i łatwo parujące ciało)*. Kładę ją na łyżeczkę i trzymam nad ogniem świecy (lepiej nad lampką spirytusową); widzicie, że zaczyna się topić. Gdybym tak samo potrzymał nad płomieniem żelazo, czyby się stopiło? (Nie). Czy żelazo wcale się nie topi? (Topi się, ale w silniejszym ogniu). Może widzieliście w kuźni, jak żelazo kładą do wielkiego ognia, — rozpala się ono do czerwoności, staje się bardzo miękkie, ale się nie topi. Wtedy je można kuć i nadawać mu różne kształty; tak samo można kuć inne metale, nawet na zimno, np. ołów, cynę i w. in.; metale przytem nie pękają i nie łamią się, tylko się spłaszczają i rozciągają. Czy tak samo możnaby kuć kredę? (Nie). A marmur? A kamień? Dlaczego tych ciał nie można kuć? (Pękają, kruszą się). Jedne ciała więc, do których należą wszystkie metale, są kowalne, czyli klepalne, inne nie.

Aby żelazo roztopić, musimy je włożyć do bardzo sil-

nego ognia, daleko silniejszego, niż rozniecają zwykle w kuźniach.

Co się staje z kawałkiem lodu, gdy go biorę w rękę lub wnoszę do ciepłego pokoju? (Topi się). Od czego się lód w ręku lub pokoju topi? (Od ciepła). Więc lodu nie trzeba ani kłaść do ognia, ani trzymać nad płomieniem, aby się stopił; lód topi się prędko od słabego ogrzania. Jedne ciała, jak np. lód, topią się łatwiej, inne, jak np. siarka — trudniej, jeszcze inne, jak np. żelazo, bardzo trudno.

Jeżeli potrzymam kawałek siarki nad płomieniem dłużej, niż przedtem, to ona nie tylko się stopi, lecz wkrótce zacznie zamieniać się w brunatną parę. Nie mogę jednak tego zrobić, bo ta para wydaje ostry, nieprzyjemny zapach i jest szkodliwą dla zdrowia. Lepiej to zrobić z kamforą. Więc siarka i kamfora, stosownie do tego, czy są słabiej, czy mocniej ogrzane, mogą być albo w twardych kawałkach, albo zamienić się w płyn, albo przejść w parę. Co otrzymamy, gdy się lód stopi? (Wodę). Co otrzymamy, gdy wodę silnie zagotujemy? (Parę). Tak samo różne inne ciała mogą przez ogrzanie zamienić się w płyn, a płyn ten, silniej się ogrzewając — przechodzi w parę. Dlatego powiadamy, że ciała znajdują się w trzech stanach: w stanie stałym, tak jak wszystkie ciała twarde i nierozlewające się; w stanie płynnym czyli ciekłym, jak woda, wszystkie płyny i ciała stopione; i wreszcie — w stanie lotnym czyli gazowym, jak para, dym, gaz. Wymieńcie kilka ciał stałych. Wymieńcie kilka ciał płynnych czyli cieczy. (Woda, spirytus, ocet, nafta, benzyna i t. d.). Wymieńcie kilka ciał lotnych czyli gazów. (Para wodna, dym, gaz oświetlający, powietrze itd.). Gdybym nalał na łyżeczkę trochę spirytusu i potrzymał nad płomieniem, spirytusby prędko wysechł, — to znaczy, że ulotniłby się, zamienił się w parę, która uszłaby w powietrze; para spirytusu jest bezbarwna, nie można jej dobrze dojrzeć. Każde ciało, które łatwo ulatuje, t. j. rozchodzi się w powietrzu, nazywamy gazem, albo ciałem lotnym. Gdy więc mówimy o parze albo o gazie, musimy zawsze dodać, jaka para, jaki gaz; np. para wodna, — bo może być jeszcze para siarki, para kamfory, para spirytusu i t. d. Gaz, który się pali w latarniach na ulicy, lub w mieszkaniach, nazywamy dla odróżnienia, gazem oświetlającym, bo każde ciało lotne, np. powietrze, może być nazwane też gazem. Każde ciało stałe można zamienić w płyn, czyli roztopić, za-



pomocą ogrzania go, a każde ciało płynne, czyli ciekłe, za pomocą jeszcze silniejszego ogrzania można zamienić w ciało lotne. Ale każde ciało stałe wymaga do stopienia innego stopnia ciepła, innej temperatury, jedne ciała topią się łatwiej, inne — trudniej, np. lód łatwiej stopić, niż siarkę, siarkę — łatwiej niż cynę, cynę — łatwiej niż żelazo. Tak samo każda ciecz paruje przy innej temperaturze. Może pamiętacie, przy jakiej temperaturze topi się i paruje woda? (wykład XI).

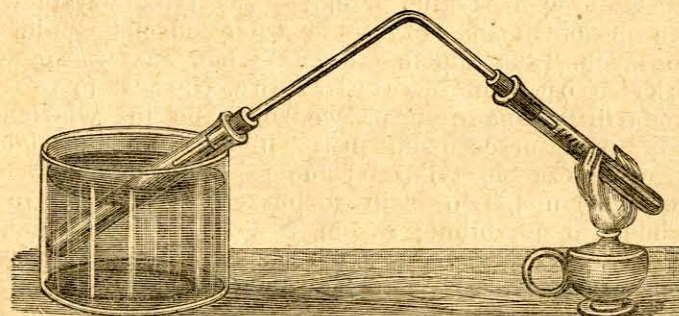
Jakiem ciałem jest piasek: stałym, ciekłym, czy lotnym? (Stałym). Jeżeli z piasku usypię pagórek, — będzie się sam trzymał, nie potrzeba tego pagórka podpierać z boków. Czy tak samo można usypać pagórek z wody lub innej cieczy? (Nie). Dlaczego? (Ciecz się rozlewa). Jeżeli nadam drzewu lub żelazu jakiś kształt, to ciała te kształt ten zachowują. Czy tak samo można nadać kształt wodzie lub innemu ciału ciekłemu, nie trzymając wody w naczyniu? (Nie można). Czy naczynie, w którym się znajduje jakiś płyn, musi być koniecznie ze wszystkich stron zamknięte, aby się w niem płyn utrzymał? (Może być u góry otwarte). Czy ciecz ma swój kształt? Jakiego kształtu jest woda w szklance? (Walcowatego, jak szklanka). Jakiego kształtu jest woda w kulistej karafce? (Kulistego). Jakiego kształtu jest woda w beczce, konewce i innych naczyniach? (Takiego, jak samo naczynie). Ciecz może, tylko z jednej strony utrzymać stałe kształt: górna powierzchnia układa się zawsze płasko i poziomo; z boków zaś i u dołu ma ciecz taki kształt, jak naczynie, w którym się mieści. Powiedzcie teraz, jaka jest różnica pomiędzy ciałem stałym i płynnym? Ciało stałe zachowuje kształt, jaki mu nadamy, nie potrzebuje być wcale trzymane w naczyniu; ciała płynne nie mają swego kształtu, przyjmują tylko kształt naczynia, w którym się znajdują, rozlewają się i muszą być dlatego zawsze trzymane w naczyniu, które może jednak być u góry otwarte. Czy ciała lotne czyli gazy mają swój kształt? (Są bezkształtne). Czy mogą utrzymać ciało lotne bez naczynia? (Nie). Dlaczego? (Bo gaz rozchodzi się w powietrzu). Czy naczynie, w którymby chciał zachować gaz, może być u góry otwarte? (Nie). Dlaczego? (Bo gaz ujdzie). Więc jaka jest różnica między ciałem płynnym i lotnym? (Ciała lotne rozchodzą się w powietrzu i muszą być trzymane w naczyniu ze wszystkich stron zamknięciem). Ciała stałe mają objętość i kształt same przez się, choć

nie są trzymane w naczyniu; ciała ciekłe mają objętość, lecz nie mają własnego kształtu; lotne zaś ciała nie mają ani objętości, ani kształtu, o ile nie są trzymane w naczyniu.

## WYKŁAD XVII.

Destylacja wody. — Chmury, deszcz, śnieg, grad. — [Przeprowadzenie cieczy w ciało stałe.

Czy można parę wodną napowrót zamienić na wodę? Jeżeli nad garnkiem, w którym się gotuje woda, potrzymamy chłodną pokrywkę, pokryje się ona kroplami wody;



Rys. 23.

dlaczego? (Para się oziębia i zamienia w wodę). Więc co trzeba uczynić z parą wodną, aby ją zamienić na wodę? (Trzeba ją oziębić). Gdybym tak samo oziębił parę, wydobywającą się ze spirytusu, otrzymałbym z niej znowu ciecz, która będzie spirytusem; gdybym ostudził brunatną parę siarki, otrzymałbym płynną siarkę. Każde ciało lotne, każdy gaz przez oziębienie można zamienić na ciało płynne. Gdybym gotował wodę w naczyniu zamkniętym, para nie miałaby wyjścia, cisnęłaby na ścianki naczynia i mogłaby je rozzerwać. Gdyby w przykrywie takiego naczynia był otwór, w który szczelnie wstawionaby była długa rurka, para weszłaby do tej rurki; gdyby rurka ta była zgięta i drugi jej



koniec byłby szczelnie wstawiony w szyjkę jakiejś butelki, para przesłaby z naczynia przez rurkę do butelki. W ten sposób można parę, uchodzącą z wody, pochwycić i wprowadzić do innego naczynia. Gdybym teraz tę butelkę z parą ostudzał, gdybym ją np. oblewał zimną wodą, to co by się stało z parą w butelce? (Zamieniłaby się na wodę). *(Jeżeli tego doświadczenia, łatwego zresztą, wykonać nie można, należy je objaśnić rysunkiem na tablicy. Naprędce łatwo przedestylować trochę wody, połączwszy dwie próbówki zgiętej pod kątem rurką szklaną, jak na rys. 23 i trzymając jedną z nich, napełnioną do połowy wodą, nad płomieniem, drugą zaś wstawioną do szklanki z zimną wodą).* Jeżeli w ten sposób gotuję wodę długo i para ciągle przechodzi rurką do butelki, którą wciąż oziębiam, mogę wreszcie całą wodę gotowaną w naczyniu przeprowadzić do butelki. Gdyby w tej gotowanej wodzie była rozpuszczona sól lub inne ciało, to wiecie już, że sól nie wyparuje i pozostanie w naczyniu, przejdzie zaś tylko czysta woda. W ten sposób można oczyszczać wodę od ciał w niej rozpuszczonych. Taka zupełnie czysta woda nazywa się wodą przekroploną lub destylowaną. Nie jest to to samo, co woda filtrowana czyli przecedzona, bo już widzieliście, że gdy wodę przecedzam przez bibułę lub inne ciało, to woda oczyszcza się tylko od mętów i innych nieczystości; ale jeżeli w niej było ciało rozpuszczone, np. sól, to ono przechodzi przez bibułę razem z wodą. Destylowana zaś woda nie zawiera żadnego ciała rozpuszczonego — jest całkowicie czystą wodą. Woda taka używa się do wyrobu wód mineralnych, lekarstw, farb i t. p., lecz do picia się nie nadaje, gdyż jest mdła, bez smaku. Do określenia ciężaru właściwego ciał używamy również wody destylowanej.

Woda paruje nie tylko wtedy, gdy ją ogrzewamy. Gdy zostawimy wodę w szklance na czas pewien, widzimy potem, że trochę wody ubyło, a z czasem zupełnieby znikła; gdy puszcze na stół kilka kropel wody, to po pewnym czasie woda zupełnie zniknie. Co się z tą wodą stało? (Wyschła). Wysychanie jest także parowaniem, lecz tylko bardzo powolnym; woda, która wyschła, nie znikła, lecz powoli wyparowała. Woda z mórz, rzek, jezior, stawów błot i t. p. ciągle, powoli, niewidocznie paruje; co się staje z całą tą masą pary? (Unosi się w górę). Co tworzy w górze? (Obłoki). Obłoki tworzą się więc z kropel wody czystej, przekroplonej; jest to naturalna destylacja wody; dlatego woda deszczowa jest

prawie tak czysta, jak destylowana. Spadając z obłoków, rozpuszcza jednak w sobie trochę powietrza i zbiera kurz; nie jest więc zupełnie czystą. *(Jeżeli czas pozwala, można szeregiem pytań przeprowadzić powtórzenie wiadomości, dotyczących chmur, deszczu, śniegu, gradu, szronu, mgły, rosy, zamrozu, gołolędy i t. p., znanych już uczniom z nauki o rzeczach, z geografji, z wypisów i innych książek. Np. Dlaczego para w górze zamienia się w chmury? Dlaczego się oziębia? Dlaczego deszcz pada? Jakim sposobem mogą się utrzymać wysoko w górze kropelki wody? Kiedy kropła może spaść? Jak się tworzy śnieg? Należy narysować najprostsze formy krystaliczne płatków śniegu na tablicy i kazać je uczniom przerysowywać (rys. 24). Co to jest grad? Dlaczego jednocześnie z gradem zrywa się zwykle burza. Jak się tworzy mgła, rosa, szron? i t. d. Jeżeli w najbliższym wykładzie nauczyciel doświadczaźnie przedstawił destylację wody, nie pozostanie czasu na zajęcie się powyższymi sprawami, które wskutek tego należy odłożyć do innego wykładu, np. do wykładu 50-go, w którym znów nadarzy się sposobność powtórzenia tych wiadomości; w każdym razie systematycznego i dokładnego powtórzenia tych spraw zaniedbać nie należy, gdyby nawet zasłała potrzeba poświęcenia im oddzielnej lekcji).* Woda z oceanów, mórz, jezior, błot i t. d. bezustannie wznosi się w górę, tam się oziębia, w postaci obłoków przenosi się pod wpływem wiatru w inne miejsca i znów opada na ziemię jako deszcz, śnieg, grad i t. p., poczem ścieka znów do rzek, mórz, jezior, aby stamtąd znowu wzniesić się w górę. Nazywamy to krążeniem wody na ziemi. Przedstawcie to krążenie wody rysunkiem.

Widzieliście, że oziębiając ciało lotne, można je zamienić w płyn, czyli, jak powiadamy, skropić. Czy można zmienić ciało płynne w ciało stałe? Jakim sposobem np. zamienić wodę w lód? (Należy wodę oziębić). Jakim sposobem zamienić roztopione żelazo w żelazo stałe? (Należy je oziębić). Tak samo płynna siarka przez ostudzenie zamieni się w kawałek siarki stałej. Jedne ciała płynne łatwo zastygają w stałe, inne trzeba daleko silniej oziębić, lecz każdy płyn można zawsze przez oziębienie zamienić w ciało stałe, czyli zestalić. Więc możemy każde ciało dowoli przeprowadzać



Rys. 24.



z jednego stanu w drugi: ciało stałe przez ogrzanie w ciało ciekłe, ciekłe zaś przez silniejsze ogrzanie w lotne; naodwrot, lotne ciała przez oziębienie zamienimy w płynne, a płynne przez silniejsze oziębienie — w stałe. Słowem, zapomocą czego można zamienić ciało stałe w płynne, a płynne w lotne, np. lód w wodę, a wodę w parę? (Zapomocą ogrzewania). A zapomocą czego możemy naodwrot zamienić ciało lotne w płynne, a płynne w stałe, np. parę na wodę, a wodę w lód? (Zapomocą oziębienia). Każde ciało topi się w tej samej temperaturze, przy jakiej się zestala, paruje przy tej samej temperaturze, w jakiej się skrapla.

## WYKŁAD XVIII.

Wewnętrzny wygląd ciał. — Brukowiec. — Okrągłaki. — Dlaczego brukują ulicę? — Co widzimy w brukowcu? — Granit, jego skład i gatunki. — Zastosowanie granitu. — Gnejs.

Obeznaliście się już z głównymi własnościami ciał i wiecie już teraz, jak należy ciała poznawać, jak je badać. Nie zapominajcie przytem jednak o jednej rzeczy, o której już dawno wspominałem. Opisując, jak wygląda ciało, jakiej jest barwy, połysku, przezroczystości, kształtu, twardości i t. d., nie dość jest powiedzieć, jak ono wygląda na zewnątrz, trzeba jeszcze przekonać się, jakim jest ono wewnątrz. Gdybyście np. chcieli poznać marmur i przypatrzyli się w tym celu tafli marmurowej stolika lub kolumnie marmurowej w pałacu, nie moglibyście z tego odgadnąć, że marmur składa się z drobnych, połyskujących ziarenek, z kryształków, a więc nie wiedzielibyście o nim najważniejszej rzeczy. Trzeba zawsze wiedzieć nie tylko, jakim jest ciało zewnątrz, ale jakim jest też wewnątrz. Często można przytem bardzo ciekawe odkryć rzeczy. Poznajmy dziś jeszcze jedną, bardzo powszechną, rzecz. Można ją znaleźć na ulicy na każdym kroku, bo cała ulica jest nią wybrukowana. Tak, kamień to rzecz bardzo zwyczajna, a przecież mało jest ludzi, którzyby umieli coś o nim powiedzieć. Przekonacie się zaraz, jak bardzo warto tę rzecz poznać.

Powiedzcie, jak się zwykle potocznie nazywa kamień, którym najczęściej brukują ulice? (Brukowiec). Jak wygląda brukowiec? (Jest zaokrąglony, barwy szarej, matowej, nieprzezroczysty, twardy, bez smaku, bezwonny i t. p.). W jakim celu brukują ulice kamieniem? (*Na odpowiedź należy naprowadzić pytaniami*: jak wyglądają ulice na wsi w porze dżdżystej, podczas suszy i t. d.). Duże zaokrąglone kamienie nazywamy zwykle okrągłakami. Widzicie, że na zewnątrz nie można dojrzeć w brukowcu nic szczególnego; zobaczmy teraz, jak wygląda on wewnątrz. Jakim sposobem można zobaczyć, jak wygląda brukowiec wewnątrz? (Trzeba go rozbić). Czy widzieliście kiedy, jak rozbijają kamienie na szosach, lub w alejach? W jakim celu rozbijają kamienie? (Do wysypywania dróg). Jak się nazywają te kawałki kamieni, które wysypują drogi? Szaber. Mam tu kawał rozbitego brukowca. (*Dobrze byłoby rozdać uczniom kilka kawałków*). Z jednej strony jest gładki, szary, jak każdy brukowiec na zewnątrz. Zobaczcie teraz, jak wygląda wewnątrz. (*Nauczyciel pokazuje kamień zdaleka*). Jakiego jest koloru? (Czerwonego). Przypatrzcie się mu teraz zbliska lepiej jeszcze; czy nie można w nim dojrzeć innych barw, oprócz czerwonej? (Można). Jakie? (Czarną i białą). Dlaczego na pierwszy rzut oka wydaje się cały czerwony? (Czerwonej barwy jest w nim najwięcej). Dlaczego wydaje się brukowiec na zewnątrz szarym, skoro wewnątrz przedstawia różne piękne barwy? Na zewnętrznej powierzchni osiadł kurz, błoto; koła wozów i kopyta końskie starły ją. Widzicie, że brukowiec nie jest wewnątrz gładki, lecz składa się z osobnych ziarn różnej barwy; najwięcej jest zwykle ziarn barwy czerwonej. Wszystkie barwy są świeże i piękne; nie moglibyśmy nic o tej ważnej własności brukowców wiedzieć, gdybyśmy badali tylko ich zewnętrzne cechy. Obróćcie kawałek brukowca ku światłu i poruszajcie nim w różne strony; zobaczycie, że niektóre ziarna mają silny połysk. Jakiej barwy ziarna mają najsilniejszy połysk? (Czarne). Jakiej barwy najsłabszy? (Czerwone). Spróbujcie końcem czystej stalówki skrobać ziarna brukowca; jakiego koloru ziarna dają się łatwo rysować? (Czarne). Te czarne ziarna dają się niekiedy rysować nawet paznokciem. Gdy je skrobiemy stalówką, odłupują się małe, cienkie, czarne blaszki. A czy czerwone i białe ziarna dają się rysować stalówką? (Nie). Spróbujcie teraz jakimś wystającym białym ziarnem brukowca rysować po szkłe; co wi-



dziecie? (Białe ziarna rysują szkło). Czerwone i czarne nie rysują szkła. Jakie więc z ziarn brukowca są najtwardsze? (Białe). Jakie są najmiększe? (Czarne).

Brukowiec składa się więc z trojakiego rodzaju ziarn, jakby z trzech różnych kamieni, zmieszanych z sobą: jedne ziarna są czerwone, bez połysku, średniej twardości, takich jest w brukowcu najwięcej; inne białe, połyskujące, bardzo twarde; trzecie czarne, z silnym połyskiem szklistym, lecz bardzo miękkie i łatwo dające się łupać na blaszki. Rzeczywiście, w brukowcu są zmieszane z sobą trzy różne kamienie; czy więc brukowiec jest jednorodnym czy różnorodnym kamieniem? (Różnorodnym). Jaki jeszcze znacie kamień różnorodny? (Marmur). Każdy z trzech kamieni brukowca nosi osobną nazwę: biały jest to kwarc, czerwony — szpat polny czyli feldszpat, a lepiej po polsku skaień, czarny — mika czyli łyszczyk; zapiszcie sobie i zapamiętajcie te nazwy.

Zauważcie, że kwarc w brukowcu nie jest wyraźnie biały, jest on prawie bezbarwny, jak szkło. Dlaczego wydaje się białym? Przypomnijmy sobie, cośmy mówili o białej barwie soli. Powtórzcie, jakim kamieniem jest brukowiec? Z ilu pojedynczych kamieni się składa? Jak się te trzy kamienie nazywają? Jakie własności ma kwarc w brukowcu? (Znajduje się w brukowcu w drobnych bezbarwnych ziarnach, wydających się białymi, połyskujących i twardych, twardszych od szkła). Jakie własności ma szpat polny czyli skaień, znajdujący się w brukowcu? (Liczne ziarna czerwone, matowe, średniej twardości, miększe od kwarcu, twardsze od miki). Jakie własności ma mika czyli łyszczyk? (Czarne blaszki z silnym połyskiem szklistym, bardzo miękkie, rysujące się paznokciem i dające się łupać na cieńsze jeszcze blaszki).

Gdy poszukacie między rozbitymi brukowcami, znajdziecie napewno bardzo łatwo kamienie szare, prawie białe, z czarnymi ziarnami. Mam tu taki kamień, przypatrzcie mu się. Zobaczcie połysk i wypróbujcie twardość czarnych ziarn; czem one są? (Miką). Przypatrzcie się białej masie kamienia, znajdziecie w niej znów bezbarwne ziarna, które rysują szkło; przekonajcie się o tem sami. Czemu mogą być te ziarna bezbarwne? (Kwarcem). Rzeczywiście, w tym szarym brukowcu mamy tak samo kwarc i mikę, lecz w miejsce czerwonego szpatu polnego jest kamień biały, tak jak czerwony bez połysku i takiej samej twardości. Ten biały kamień jest też szpatem polnym. Więc jakich barw może być szpat

polny w brukowcu? (Czerwonej i białej). Brukowiec więc zawsze się składa z trzech kamieni: bezbarwnego kwarcu, szpatu polnego i miki czarnej; tylko że szpat polny bywa w brukowcu bądź czerwony, bądź biały; jeżeli jest biały, to cały brukowiec z powodu białej barwy szpatu polnego, bezbarwnej kwarcu i czarnej miki wydaje się szarym. Dlatego też brukowce bywają czerwone lub szare. Z szarego brukowca układają u nas wielkie płaskie flizy na chodniki po ulicach (obecnie zastępują w Warszawie te flizy sztucznym kamieniem: betonem). Dawniej poznaliście szpat islandzki, teraz — szpat polny, lecz tych dwóch kamieni nie należy brać za jedno, bo są zupełnie różne.

Każdy kamień, składający się z kilku innych kamieni, będziemy nazywali kamieniem złożonym. Brukowiec więc jest także kamieniem złożonym. Jeżeli kamień składa się z ziarn kwarcu, szpatu polnego i miki, bez żadnego porządku z sobą zmieszanych, to taki kamień nazywamy w nauce granitem (co po włosku znaczy: ziarnisty). Granit, jak widzicie, może być albo czerwony, albo szary, zależnie od tego, jakiego koloru jest w nim szpat polny, ale zawsze składa się z tych trzech kamieni, bez porządku z sobą zmieszanych. Spojone z sobą ziarna tych trzech kamieni bywają w jednych granitach bardzo drobne, w innych znacznie większe; stąd odróżniamy jeszcze granit czerwony lub szary, gruboziarnisty i drobnoziarnisty. Granit łatwo znaleźć; znajduje się i w głębi ziemi w ogromnych całych masach i tworzy wielkie góry na powierzchni ziemi; znajduje się też rozrzucony w formie okrągłaków pojedynczo w różnych miejscach. Ponieważ to jest kamień twardy, przeto używają go do rozmaitych celów: do budowy domów, schodów, filarów, pomników, nagrobków, mostów, do brukowania ulic. Znać już inny kamień, który ma tak samo rozliczne zastosowania: jaki? (Marmur). Ale marmuru używają do tych celów daleko rzadziej, bo jest kamieniem rzadszym i znacznie droższym od granitu. Granit po ociosaniu i opolerowaniu przedstawia powierzchnię gładką i piękną, przypominającą poniekąd marmur, jak to widzimy np. w kolumnie króla Zygmunta w Warszawie, w piedestale pomnika Mickiewicza i in.

Gdy szukać będziecie pomiędzy kawałkami rozbitych brukowców, bardzo często również zauważycie czerwone i szare kawałki, bardzo podobne do granitu i złożone z tych



samych trzech kamieni; lecz przypatrzwszy się, zauważycie odrazu, że ziarna w tych kamieniach ułożone są w pewnym porządku. Mam tu takie kawałki; zauważcie, że są one uwarstwione, to jest widzimy w nich jaśniejsze i ciemniejsze pasy; czarnych pasów, złożonych z miki, jest najwięcej. W kierunku tych czarnych pasów, kamień daje się łatwo łupać; dlaczego? (Mika jest miękka i łatwo łupie się na cienkie blaszki). Ten kamień już nie jest granitem; nazywamy go gnejssem. Tak samo więc granit, jak i gnejs, składają się z trzech jednokowych kamieni: kwarcu, szpatu polnego i miki, lecz z tą różnicą, że w granicie ziarna tych trzech kamieni są zmieszane z sobą bez żadnego porządku, w gnejsie zaś leżą ziarenka miki warstwami, naprzemian z ziarnkami kwarcu i szpatu polnego. Czy więc gnejs jest tak samo trwały, jak granit? Czy nadaje się również na pomniki, nagrobki, materiały budowlane?

## W Y K Ł A D XIX.

Sienit, porfir. — Żwir. — Kwarc, kryształ górski, rauchtopaz, amethyst, albit, agat, opal, krzemień. — Szpat polny. — Mika. — Amfibol, azbest.

Znamy więc już dwa kamienie złożone: granit i gnejs. Zarówno jeden, jak i drugi, znajdują się w ziemi i na jej powierzchni w ogromnych ilościach, tak, że tworzą całe góry i nawet całe pasma gór. Rzadziej już znaleźć można trzeci kamień do nich podobny: sienit (nazwa pochodzi od miasta Sieny). Sienit także składa się ze zmieszanych ziarn trzech kamieni: bezbarwnego, czerwonego i czarnego — i na pierwszy rzut oka jest bardzo podobny do granitu. Bezbarwne ziarna są w nim kwarcem, czerwone — szpatem polnym, zupełnie jak w granicie; lecz zwróćcie uwagę na czarne: są one większe, rzadsze, ostro zakończone, matowe, nie łupią się na blaszki i są tak twarde, że nie tylko paznokciem się nie rysują, lecz same rysują szkło. Widzicie z tych własności, że czarny kamień w sienicie nie jest mika; jest to zupełnie inny kamień, który nazywamy kamieniem rogowym, albo amfibolem lub z niemiecka hornblendą. Widzicie, że ten amfibol łatwo odróżnić od miki, a więc łatwo odróżnić

sienit od granitu i gnejsu. Wreszcie jest jeszcze jeden kamień, złożony tylko z kwarcu i szpatu polnego; wygląda cały jakby gęsta ciastowata masa, nie ziarnisty, najczęściej ciemno-czerwonego koloru, choć może być i innych barw; kamień ten nazywamy porfirem. Poznaliśmy więc cztery kamienie złożone, jakie? (Granit, gnejs, sienit i porfir).

Poznaliśmy je dlatego, żeśmy zwrócili uwagę na to, jak ciała wyglądają wewnątrz.

Z jakich pojedynczych kamieni składają się te cztery kamienie złożone? (Z kwarcu, szpatu polnego, miki, hornblendy). Tak samo kwarc, jak szpat polny, mika i hornblenda, znajdują się nie tylko w kamieniach złożonych, można je znaleźć i osobno, jako oddzielne kamienie. Gdy wyjdziecie na brzeg rzeki, znajdziecie tam mnóstwo drobnych, nieco zaokrąglonych kamyków różnej barwy. Jak się nazywają razem wszystkie małe kamyczki? Żwir. Żwirem także wysypują drogi, aleje i ścieżki w ogrodach i t. p. tak jak szabrem. Znajdziecie te kamyki i na ulicy. Pomiędzy żwirem możecie znaleźć osobno kwarc, osobno szpat polny i inne kamienie. Zobaczycie tam i bezbarwne i szare, białe, czarne, różowe i innych barw kamyczki, które rzna szkło i stal angielską; jest to kwarc. Kwarc bywa rozmaitych barw; łatwo go poznać po tem, że ze zwykłych kamieni, na każdym kroku spotykanych, jest najtwardszym. Przypomnijcie sobie, o jakim kamieniu dawniej powiedzieliśmy, że jest najtwardszym ze zwykłych kamieni? (O krzemieniu). To na jedno wychodzi, bo krzemień jest także kwarcem. Są więc różne odmiany kwarcu: różniące się barwą, bo kwarc może mieć barwę rozmałą — różniące się dalej połyskiem, przezroczystością, bywa bowiem kwarc zupełnie przezroczysty jak szkło i bezbarwny, a bywa też i zupełnie nieprzezroczysty; stosownie do tych różnych własności noszą różne odmiany kwarcu rozmaite nazwy, ale twardość mają one wszystkie jednakową, [Dla uczniów starszych winno tu nastąpić pytanie: Jaką mianowicie mają twardość? Przypomnijcie sobie, co nazywamy skalą twardości? Wypróbujcie twardość różnych kawałków kwarcu, wziętych ze żwiru. Widzicie, że wszystkie mają twardość jednakową. Jakim numerem ją oznaczycie? 7. Jaki ciężar właściwy ma kwarc?  $2\frac{1}{2}$ .]

Jeżeli kwarc jest zupełnie przezroczysty i bezbarwny, ma on zwykle kształt prawidłowy, jest kryształem, nazywamy go wówczas kryształem górskim; jużemy o nim raz



mówili. Przypomnijcie sobie, jakiego kształtu jest kryształ górski? Narysujcie ten kształt. Co jeszcze o tym kamieniu wiecie? Jeżeli kryształ górski jest czarny, nazywamy go przydymionym, albo z niemiecka: rauchtopazem, czyli topazem dymnym. Jeżeli kwarc jest jasno-fioletowego koloru, nazywamy go ametystem; jeżeli jest zupełnie biały, nazywamy go kamieniem mlecznym (*albitem*); agat, opal, krzemień — to również odmiany kwarcu, ale nie krystalicznego; kwarc może mieć jeszcze różne inne nazwy.

Szpat polny, czyli skaleń, również łatwo znaleźć oddzielnie; wiecie już, że ten kamień bywa dwóch kolorów; jakich? (Czerwonego albo białego). Rzadko zdarzają się inne barwy; ale wszystkie odmiany szpatu polnego mają jednakową twardość. Szpat polny jest nieco miękniejszy od kwarcu; tej samej twardości co stal angielska i po tem łatwo go poznać, jeżeli mamy nóż lub inny przedmiot z prawdziwej stali angielskiej. Naodwrot, mając kawałek szpatu polnego, możemy zawsze wypróbować, czy scyzoryk, lub np. łyżwy, które kupujemy, są zrobione z prawdziwej stali angielskiej. Jakim to sposobem spróbować? (Jaka więc jest twardość skalenia? 6. Jaki jest jego ciężar właściwy?).

Mika czyli łyszczyk bywa także nie tylko czarna, jak w granicie, lecz i bezbarwna lub srebrzysta. Bezbarwną mikę pewnie dobrze znacie, bo używają jej często, np. wstawiają jako szybki zamiast szkła w okna domeczków drewnianych lub tekturowych, sprzedawanych jako zabawki dla dzieci — w latarki do choinek, wstawiają ją też zamiast szkła w przykrywki pudełek od papierosów; nieraz też pewnie widzieliście wiszące nad lampami krążki, obracające się, gdy lampę zapalimy, jakby młynki, zrobione z bezbarwnej miki; używają jej też rzeczywiście na szyby do okrętów i do domów w północnych krajach. W ziemi leży mika grubą warstwą; każdy jej kawałek łatwo rozdziela się na coraz cieńsze blaszki. Weźcie cienką blaszkę miki z pudełka: przekonacie się, że można ją rozdzielić na kilka jeszcze cieńszych blaszek. Mikę zawsze można poznać po tem, że jest bardzo miękka, tak, że ją można rysować paznokciem, że jest sprężysta, że ma silny, prawie metaliczny połysk, że jest przezroczysta i daje się łupać na cienkie blaszki. [Jakie miejsce zajęłaby mika w skali twardości?].

Wreszcie amfibol, czyli hornblendy również znajduje się w ziemi osobnemi kawałkami, bywa czarny, zielony,

biały, nawet bezbarwny i nosi różne nazwy; najważniejsza jego odmiana jest t. zw. azbest, lub amiant, albo len kopalny. Gdybym się was spytał, czy można utkać sobie ubranie z jakiegoś kamienia, napewno odpowiedzielibyście, że nie, a przecież jest jeden kamień, z któregooby to można było zrobić. Tym kamieniem jest właśnie azbest. Azbestu łatwo dostaniecie za kilka groszy w składach aptecznych; ma on postać długich, giętkich włókien o połysku jedwabistym. Wygląda to tak, jakby nitki bawełniane, ale każda nitka jest twarda i nie pali się w ogniu. W starożytności tkano z azbestu, pomieszanego z nitkami lnu, prześcieradła, całuny, w które obwijano po śmierci ciała ludzi bogatych, przed spaleniem, aby zachować w całości popioły. (*Mineraly, o których mowa, przynajmniej ważniejsze, należy przy wykładzie uczniom pokazywać, zwłaszcza, że wszystkie tu opisane są tak łatwe do nabycia; cały wykład, pomimo pewnej suchości, bywa prędko przez uczniów przyswajany, stanowi bowiem tylko powtórzenie i dopełnienie poprzedniego.*)

Tak więc poznaliśmy odrazu kilka bardzo ważnych kamieni. Kwarc, mika, szpat polny i amfibol są to kamienie pojedyncze, niezłożone, jednorodne, jak np. kreda. Dawniej poznaliśmy też już kilka kamieni; jakich? (Kreda, marmur, szpat islandzki, talk, diament). Opiszcie na przyszłą lekcję wszystkie nowopoznane kamienie złożone i pojedyncze, a także te, o których dawniej mówiliśmy (granit czerwony i szary, gnejs, sienit, porfir, kwarc i jego odmiany: kryształ górny, rauchtopaz, ametyst, kamień mleczny, krzemień, dalej: mika, szpat polny, amfibol, azbest, szpat islandzki, talk, kredę, marmur, diament); wyliczcie wszystkie ich własności, odmiany i użytek, jaki z nich mieć można. (*Nauczyciel ułatwia to zadanie, jak zwykle, dyktując szereg pytań.*)

## WYKŁAD XX.

Przyrządy. — Szkła powiększające. — Lupa, mikroskop, życie w kropli wody.

Przekonałicie się już, że, aby dobrze poznać ciało, należy zawsze zobaczyć, jak ono wygląda wewnątrz, z jakich części

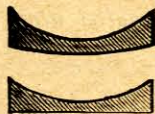


się składa, jak wyglądają najmniejsze jego części. Niektóre ciała łatwo przełamać, inne trudniej. Radzimy sobie przy tem różnemi sposobami; czego przełamać nie możemy, robimy młotem, albo krajemy nożem. Jak się nazywają te środki, jak np. młot, nóż, piła i t. p., ułatwiające pracę rąk ludzkich? (Narzędzia). Tak samo można zapomocą takich środków pomóc naszym zmysłom; np. zważyć ciało można w rękę, ale niedokładnie, bo czucie w rękę nie jest dość delikatnem do tego celu; ważymy więc na wadze. Waga pomaga naszemu czuciu, tak samo jak np. młot ułatwia nam pracę. Takie środki, zaostrażające zmysły nasze, nazywamy przyrządami. Waga jest przyrządem. Tak samo i wzrok nasz nie jest, jak już wiecie, dość dokładnym; wielu rzeczy dojrzeć wzrokiem nie możemy. Pomagamy sobie w tem, rozpatrując niektóre rzeczy przez szkła powiększające, przez które przedmioty wydają się nam większemi, niż są istotnie. Szkło powiększające pomaga więc wzrokowi, ułatwia mu pracę, zaostraża jakoby wzrok; szkło powiększające jest więc też przyrządem. Lecz co to jest szkło powiększające?



Rys. 25.

(Takie szkło, przez które każda rzecz wydaje się nam większą). Jak wygląda szkło powiększające? Jest ono z obu stron wypukłe (rys. 25). (*Nauczyciel rysuje na tablicy kontur przekroju poprzecznego soczewki i objaśnia rysunek*). Pojedyncze takie szkło nazywa się lupą. Szkła powiększające możecie zobaczyć w okularach, jakich starzy ludzie z osłabionym wzrokiem używają. Gdy patrzymy przez takie okulary, widzimy rzecz każdą nie o wiele większą, niż ona jest wistocie. Ludzie, mający wzrok krótki, używają innych okularów, których szkła są wklęsłe (rys. 26); takie szkła nie powiększają, lecz, przeciwnie — zmniejszają przedmioty, na które się przez te szkła patrzymy. Szkła powiększające możecie też zobaczyć w lornetkach teatralnych; takie szkła silniej już powiększają, niż zwyczajne okulary; gdy patrzymy przez nie na przedmioty, wydaje się nam każda rzecz kilka razy większą, aniżeli nią jest rzeczywiście.



Rys. 26.

Przypatrzcie się, jak wygląda jedno szkło powiększające, czyli lupa. (*Nauczyciel pokazuje lupę i uczy, jak przez nią patrzeć*). Przjrzyjcie się przez lupę różnym ciałom. Każda kreska, zrobiona kredą, węglem lub ołówkiem, wyda się wam chro-

powatą, nierówną, jakby złożoną z delikatnego proszku, którego wcale bez pomocy szkła powiększającego nie widać. Spójrzcie jeszcze przez lupę na skórę ręki, papier, płótno, włos i inne przedmioty, a przekonacie się, jak wiele pomaga takie szkło do dobrego poznania przedmiotu. Ale przez takie pojedyncze szkło powiększające, czyli zwyczajną lupę, widzimy przedmiot każdy tylko kilka razy większym; gdybyśmy złożyli dwa takie szkła z sobą, wówczas przedmioty, rozpatrywane przez te dwa szkła, wydadzą się nam jeszcze znacznie większemi, aniżeli przez zwyczajną lupę. Gdybyśmy teraz złożyli kilka szkieł powiększających, to przedmioty wydadzą się nam nie kilka, lecz kilkaset razy większemi i będziemy w nich mogli dojrzeć takie rzeczy, których nie tylko nie widać gołym okiem, ale nawet przez zwyczajną lupę. Kilka szkieł powiększających, osadzonych w odpowiedniej odległości w jednej rurze mosiężnej, żeby się lepiej trzymały, nazywamy drobnowidzem czyli mikroskopem. (*Mikroskopu pokazywać uczniom niema koniecznej potrzeby*). Drobnowidz więc silnie pomaga wzrokowi, jest przeto także przyrządem. W nauce często używamy różnych przyrządów; przy ich pomocy poznajemy jeszcze lepiej wszystkie ciała.

W kropli czystej napozór wody, wziętej ze stawu, nie możemy niczego dostrzec wzrokiem, a przecież, gdy rozpatrzymy tę kroplę pod drobnowidzem, widzimy w niej mnóstwo drobnych istot, zielonych kuleczek i pałeczek. Im lepsze mamy szkła, tem więcej zobaczymy takich istot, które żyją w wodzie i poruszają się w niej. Niektóre z tych żyjatek są tak drobne jak punkcik; gdy pomyślimy, że one tylko pod drobnowidzem są tak drobne, w rzeczywistości zaś są jeszcze kilkaset razy mniejsze, zrozumiemy dopiero, jak one są małe i dlaczego ich okiem dojrzeć nie można. Takich drobnych, niewidzialnych istot jest mnóstwo nie tylko w każdej wodzie, lecz i w powietrzu; gdy obumierają, opadają z kurzem i pod drobnowidzem możemy je w kurzu tysiącami zobaczyć. W ziemi również się znajdują.

Zapomocą drobnowidza dowiedzieliśmy się, że wszędzie, przy nas, w każdej wodzie, w ziemi w powietrzu, znajduje się cały świat drobnych żyjatek, miliony i miljardy istot, których nie widzimy, o których istnieniu nie mielibyśmy najmniejszego pojęcia bez pomocy szkieł powiększających. Kto wie, co byśmy jeszcze w świecie ujrżeli, gdybyśmy umieli robić jeszcze lepsze szkła powiększające. Z tego powodu



teraz, gdy chcemy dobrze rzecz jakąś poznać, rozpatrujemy ją zawsze pod drobnowidzem, nie polegając na samym wzroku. Aby was jeszcze lepiej przekonać, jaki to jest ważny sposób poznawania ciał, opowiem na przyszłej lekcji, co widzimy pod drobnowidzem w proszku kredy, której wiele własności już znamy.

## WYKŁAD XXI.

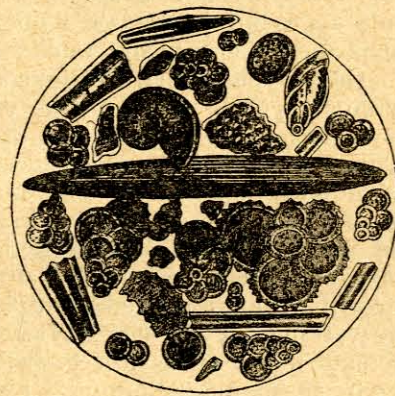
**Kreda pod mikroskopem. — Korzenionózki. — Jak się tworzą pokłady kredy.**

Wiecie już, że kreda składa się z drobnych cząstek, które przylegają do innych ciał. Zróbcie kredą na tablicy lub na stole kropkę i przypatrzcie się, że ta mała kropka składa się z wielu jeszcze mniejszych cząstek kredy. Jak małe są cząsteczki kredy, które się od niej oddzielają, można przekonać się, gdy prowadzimy zlekka miękkim pędzelkiem po kredzie: na włosach pędzelka pozostaje drobny pyłek kredy. Strząśnijcie ten pyłek na czarny stół lub czarną okładkę kajetu i przypatrzcie się, jak jest delikatny, z jakich małych składa się cząstek. Widzieliście, że i marmur składa się z cząstek, ale te cząstki są to dość duże, widoczne, twarde i połyskujące ziarna. Cząstki kredy zaś są tak miękkie, że je łatwo rozgnieść i podzielić na jeszcze mniejsze, niewidzialne pyłki. Ale nawet najmniejsze cząsteczki pyłku nie różnią się niczem od całego kawałka kredy, chyba tem tylko, że są daleko mniejsze, — lecz ich barwa, wygląd, twardość i inne cechy są te same, jak i w całej kredzie; nie widzimy w nich nic szczególnego. Gdy rozpatrzemy taki pyłek przez lupę, również nic osobliwego nie dojrzymy. Lecz gdy je rozpatrzemy pod silnie powiększającym drobnowidzem, dostrzeżemy, że pyłki kredy składają się z drobniejszych jeszcze ziarn, a każde ziarno ma dziwny kształt. Ziarenka te mianowicie wyglądają zupełnie tak, jak drobne muszelki; niektóre z tych muszelek są okrągłe, inne podługne i poprzedzielane wewnątrz przegódkami, wreszcie niektóre są skręcone tak, jak muszelki naszych ślimaków.

*(Nauczyciel pokazuje duże rysunki lub rysuje sam na tablicy kształty muszelek według rys. 27; w naturze pokazać preparat pod drobnowidzem uważamy za nieodpowiednie: 1) ze względu na trudności techniczne, jakie pociąga za sobą pokazywanie preparatu pod*

*mikroskopem całej klasie; 2) ze względu na trudności i stratę czasu, jakie przedstawia przyrządzanie preparatu w klasie; 3) ze względu na małą korzyść, jaką stąd osiągnąć mogą uczniowie, nieobznajmieni z mikroskopem i sposobem jego użycia i nieumiejący ocenić siły powiększenia. Przekonałem się niejednokrotnie, że z takiej demonstracji, niezastosowanej do pojęć dziecka, nie osiąga się żadnej korzyści; lepszem jest zawsze dobry, duży rysunek lub model).*

Wiecie pewnie, że muszle nie są kamieniem; muszle są zawsze skorupą istot żyjących, które ją sobie dla ochrony wytwarzają; np. ślimaki okryte są muszelką skręconą, ostrzygi również wytwarzają sobie muszle, złożone z dwóch połówek. Ale to są muszle duże; w kredzie zaś mamy muszelki tak drobne, że ich dostrzec nie można. — W kropli wody morskiej można zobaczyć pod drobnowidzem także same zupełnie muszelki, jakie widzimy w kredzie i również tak drobne; w każdej muszelce żyje drobna istota, która ma ciało miękkie jak galareta, tak np. jak nasze ślimaki. Taka istota wypuszcza ze swego ciała przez otworki, znajdujące się w jej skorupce, czyli muszelce, jakby cienkie nitki, — wygląda to tak,



Rys. 27. Kreda pod mikroskopem.

jakby z tej samej istoty wychodziły korzonki; temi nitkami istota ta porusza jakby nóżkami i przenosi się z miejsca na miejsce, chwytając niemi pokarm i t. d. Te istoty nazywamy korzenionózkami. Istnieje wiele rodzajów korzenionózek, które odróżniamy po budowie muszelek, czyli pancerzyków. Te pancerzyki, z których powstaje kreda, posiadają, jak powiedzieliśmy, otworki. Z tego powodu ten rodzaj korzenionózek nazywamy otwornicami. Po śmierci takiego żyjątko skorupka, czyli pancerzyk, opada na dno morza, a ponieważ w każdej wodzie morskiej żyją miliony takich istot, które ciągle rodzą się jedne z drugich i po pewnym czasie umierają, więc w ciągu wielu lat nagromadza się na dnie



morza gruba warstwa takich skorupiek, którą już poznać łatwo, bo jest cała biała i wygląda jak proszek kredy. Tak zaczyna tworzyć się kreda; w ciągu wielu wieków warstwa kredy na dnie morza coraz się powiększa i grubieje; powiadamy, że tworzy się pokład kredy. Morze, jak wiecie, jest bardzo głębokie, mieści się w niem ogromna ilość wody i cała ta woda wielkim swoim ciężarem przyniża ten pokład kredy. Pod takim ciężarem cząsteczki kredy, t. j. oddzielne muszelki, przylegają do siebie i zbijają się w jedną masę. Teraz rozumiecie, dlaczego kreda składa się z muszelek i wiecie, jak kreda się tworzy. Gdybyśmy rozpatrzyli przez szkło powiększające krochmal lub inne ciało białe, nie znaleźlibyśmy tam muszelek; takie drobne muszelki znajdując się tylko w kredzie i po tem kredę zawsze napewno rozpoznamy, choćbyśmy mieli tylko najdrobniejsze jej ziarnko.

Gdyśmy na pierwszej lekcji umieli powiedzieć o kredzie tylko to, co się samo na pierwsze spojrzenie narzucało naszym oczom, a mianowicie, że kreda jest biała i pisze na tablicy, przekonałiśmy się, jak niedostateczną jest taka tylko wiadomość i jak wiele ciał, niepodobnych do kredy, może te własności z nią dzielić. Z każdą następną lekcją uczyliśmy się poznawać ciała coraz lepiej i dokładniej, coraz ściślej odróżniać kredę od innych ciał do niej podobnych. To, cośmy mówili o badaniu kredy, dotyczy, rzecz jasna, i poznawania wszystkich innych ciał. Wszystkie własności, które dotąd poznaliśmy, a zwłaszcza twardość, ciężar właściwy, rozpuszczalność, palność, budowa wewnętrzna i mikroskopowa, pozwolą już nam prawie zawsze odróżnić ciała i poznać ich naturę.

Wymieńcie raz jeszcze, czem się np. różni głównie kreda od krochmalu? (Kreda nie pęcznieje w wodzie, nie pali się ani topi i składa się z drobnych muszelek). I krochmal, jak wykazuje mikroskop, składa się z oddzielnych ziarn, charakterystycznej postaci, uwarstwionych, ale zupełnie różnych od muszelek kredy, od których je bardzo łatwo odróżnić.

Mamy do poznania jeszcze jedną, bardzo ważną własność ciał. Zanim jednak do niej przystąpimy, rozszerzymy sobie i dopełnimy te wiadomości, jakie dotąd nabyliśmy.

(O ile pozostaje czasu po każdym wykładzie, należy po streszczeniu go i podyktowaniu pytań, zużyć ten czas na powtórzenie poprzednich wykładów, drogą zadawania szeregu odnośnych pytań).

## W Y K Ł A D XXII.

**Mech, jego rozmnażanie.** — Jak się tworzy torf, węgiel brunatny, węgiel kamienny, antracyt. — Dawniejsze paprocie, skrzypy i wiłaki.

Dowiedzieliśmy się na zeszłej lekcji, że kreda utworzyła się z pancerzyków, któremi okryte są drobne, niewidzialne istoty, żyjące w morzu. Dziś mówić będziemy o tworzeniu się jeszcze innych ciał. Czy widzieliście kiedy, zwłaszcza w lesie, wielkie błota, bagna, trzęsawiska? Z wierzchu zdaje się, że ziemia jest twarda, lub że jest zwyczajnem błotem, pokrytem zieloną trawą; lecz gdy na taką ziemię wstąpimy lub wsadzimy w nią kij, zobaczymy, że z pod niej wydobywa się woda. Pod takim błotem jest bardzo dużo wody, tak, że zapuszczać się dalej nie można, bo człowiek zapada się w takie błoto głęboko i łatwo utonąć może. Na błocie rośnie obficie mech. Mech wymaga dużo wody i ściąga ją zewsząd ku sobie. Jak chciwym jest mech na wodę, możecie łatwo przekonać się, wkładając kawałek zasuszonego mchu na kilka chwil do wody (*nauczyciel pokazuje*); zobaczycie, jak wnet listki mchu prostują się, wyprężają, odskakują od siebie nabrawszy wody. Z tego powodu kładziemy na zimę mech pomiędzy okna podwójne, gdyż mech ściąga ku sobie wilgoć z okien i nie pozwala im zamarzać. (Często wstawiamy też pomiędzy okna torebki z solą, bo i sól ściąga wilgoć z powietrza i staje się sama przez to wilgotną). Otóż mech tyle wilgoci przyciąga, że pod nim zbiera się dużo wody; a jeżeli pod mchem była tylko cienka warstwa ziemi, a pod nią kamień lub glina, to woda nie może wsiąknąć w ziemię, bo przez kamień ani glinę nie przesiąka. Tym sposobem zbiera się pod mchem coraz więcej wody, a z wierzchu nad nią on sam coraz lepiej rośnie. Tak tworzą się nieraz całe stawy i jeziora z wodą stojącą, pokryte z wierzchu mchem.

Opiszcie, jak wygląda mech. (*Nauczyciel winien mieć na lekcji okazy płonnika* (rys. 28) *lub mchu torfowego* (rys. 29)). Mech składa się z łodyżki czerwonej i zielonych listków. Czy wszędzie na łodyżce są listki? Nie, najświeższe listki są na wierzchołku mchu. U dołu łodyżka i listki są już zgniłe. Tak każdy mech ciągle od dołu gnije, a wierzchołkiem dalej rośnie. Co jeszcze widzicie na mchu? Cienkie łodyżki, zakończone jakby puszkami z przykrywką u góry. Wewnątrz każdej



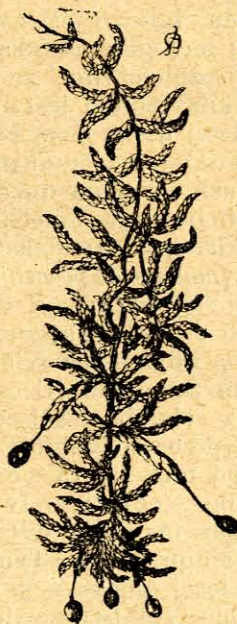
puszczki znajduje się pyłek, złożony z mnóstwa drobnych ziarn. Gdy puszcza dojrzeje, przykrywka się otwiera, a ziarna z puszczy wysypują się. Z każdego ziarenka, jakby z nasionka, wyrasta nowy mech, który wciąż się rozrasta, wydaje takie same puszczy, a od dołu gnij zaczyna. Tych drobnych ziarenek nie nazywamy nasionami, lecz zarodnikami.

W tym czasie, gdy zarodniki kiełkują, rosną i tworzą nowy mech, stary mech tymczasem zupełnie gnije i opada na dno tej wody, która się pod mchem znajduje. Tak w ciągu całych lat, dziesiątków i setek lat, tworzy się nad wodą coraz to świeży mech, który wyrasta na starym, gnijącym, znów sam gnije, a nad nim wyrasta znów świeży i t. d.; zupełnie zaś zgniły mech opada na dno wody. (Nauczyciel objaśnia wykład rysunkiem na tablicy).

Wreszcie na dnie nagromadzi się gruba warstwa zgniłego mchu, który do ostatka zgnieć i w popiół zamienić się nie może (tak bowiem gniją tylko ciała, do których powietrze ma dostęp), lecz butwieje powoli, brunatniejąc i zwięglając się. Mech, leżący na samym spodzie pod



Rys. 28.  
Płonnik.

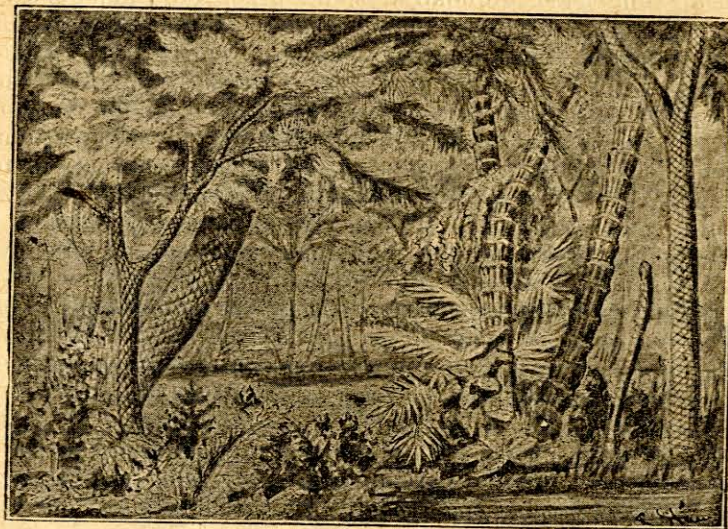


Rys. 29.  
Mech torfowy.

ciężarem tej warstwy, zbija się w gęstą, zbitą masę, którą nazywamy torfem. Im grubsza zbiera się warstwa mchu zbutwiałego na dnie wody, tem grubsza staje się u spodu warstwa torfu. Wreszcie cała woda wypełnia się z czasem torfem; mamy wówczas torfowisko. Ponieważ warstwa mchu rozrasta się wciąż daleko wszcz i wzdłuż po lesie,

a pod nią ciągle woda się zbiera, więc stąd powstają wielkie torfowiska. Drzewa, które rosły w lesie, schną i więdną od tego, gdyż mech ściąga pod nie wodę, a w stojącej i gniącej wodzie ani drzewa, ani inne rośliny już rosnąć nie mogą i zamierają tak, jakby wody wcale nie miały, przewracają się, padają w torfowisko i butwieją w nim.

W wielu miejscach znajdują się takie torfowiska. Ludzie wydobywają z tych miejsc torf kawałami. suszą go i palą



Rys. 30. Las pierwotny (widłaki, paprocie i skrzypy).

nim w piecach, tak jak się opala węglem kamiennym. Mam tu kawałek takiego torfu (nauczyciel pokazuje torf włóknisty); widać w nim włókna i zaraz poznać łatwo, że ten torf powstał z gniących roślin. Nie jest to bardzo dobry opał, gdyż jest wilgotny i tak dużo zostawia popiołu, że nasze piece nie mogą go pomieścić; dlatego naszych pieców do węgla kamiennego nie można opalać torfem. Kupując torf, płacimy w połowie za wilgoć w nim zawartą i za popiół, z którego również pożytku niema. Z torfu mamy jeszcze liczne inne użytki.



W innych znów miejscach używają na opał węgla brunatnego czyli lignitu; jest to już lepszy opał, ale jeszcze nie taki, jak twardy czarny węgiel kamienny. Przypatrzcie się, jak wygląda węgiel brunatny czyli lignit. (*Nauczyciel pokazuje*). Jest on jeszcze trochę podobny do torfu, ale twardszy i nie widać w nim włókien. Węgiel brunatny powstał tak samo jak torf, ale nie z mchu, lecz z całych drzew; czasami można w nim dojrzeć jeszcze ślady liści, korzonków, pni. Aby drzewa mogły się zamienić w taki węgiel brunatny, musiały one leżeć głęboko w ziemi przez czas daleko dłuższy, niż leżał butwiejący mech, zanim zamienił się w torf. Nasz znany wszystkim czarny węgiel kamienny również powstał z drzew, które nie przez dziesiątki, ani setki lat, lecz przez dziesiątki tysięcy lat przeleżały głęboko w ziemi i były uciskane bez porównania grubszymi warstwami ziemi, aniżeli torf lub węgiel brunatny. W węglu kamiennym nie widać ani liści, ani korzeni, tylko pod drobnowidzem dostrzec w nim można szczątki drzew. Przekonano się jednak, że drzewa, z których węgiel kamienny się utworzył, nie były takimi, jakie dziś rosną. Były to: paprocie, skrzypy, widłaki, które dziś są małymi roślinkami (*nauczyciel pokazuje okazy tych roślin, dziś rosnących; okazy mogą być zasuszone*), a niegdyś, przed wiekami, wyrastały jako wielkie drzewa. I dziś rosną w gorących krajach daleko większe paprocie i skrzypy, niż u nas, ale dawniej były one jeszcze nierównie większe. Całe lasy takich paproci, skrzypów i widłaków o wysokich i grubych pniach pokrywały niegdyś naszą ziemię (*nauczyciel winienby pokazać dobry rysunek takiego lasu, np. rys. 30*), a gdy się zwały w wodę, i woda naniosła na te drzewa bardzo grubą warstwę ziemi, piasku i kamieni, zbiły się one w jedną masę i zamieniły się z biegiem lat na węgiel brunatny, a potem, po upływie tysięcy lat — na węgiel kamienny. Im dłużej leży węgiel kamienny głęboko pod ziemią, tem staje się bardziej zbitym, twardszym, czarniejszym i nabiera silniejszego połysku. Najczarniejszy i najbardziej połyskujący węgiel nazywa się antracytem.

## WYKŁAD XXIII.

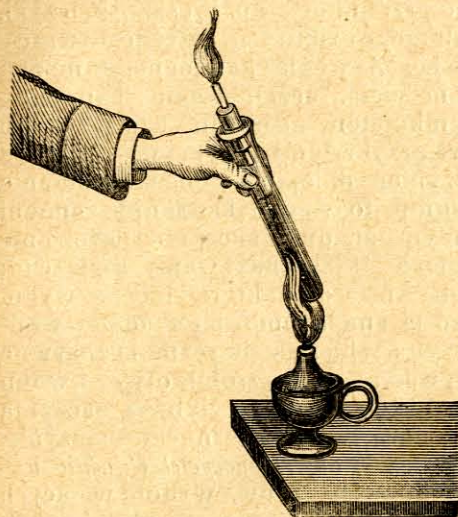
Sucha destylacja węgla kamiennego i drzewa. — Otrzymywanie koksu, smoły, octu, asfaltu, krezotu, farb anilinowych i gazu oświetlającego. — Łatwe i szybkie wytworzenie gazu oświetlającego. — Jak się utworzył asfalt, bursztyn, nafta? — Gdzie znajdujemy te ciała i jaki z nich mamy użytek? — Skąd mamy benzynę, wazelinę, parafinę, oleje mineralne, wosk ziemny (ozokeryt), cerezynę.

Węgiel kamienny służy nie tylko na opał; wyrabiają też z niego (z antracytu) różne przedmioty, np. broszki, kolczyki, tabakierki, kałamarze, lichtarze, guziki i t. p., gdyż jest twardy i daje się dobrze polerować. Z węgla kamiennego można jeszcze wydobyć różne inne ciała. Jeżeli węgiel kamienny ogrzewać będziemy w zamkniętem naczyniu, t. j. jeżeli go włożymy do naczynia, które przykryjemy przykrywką i szparę między przykrywką a naczyniem oblepimy gliną, a następnie naczynie postawimy na ogniu, to węgiel kamienny zamieni się na kilka ciał. Na samym spodzie naczynia pozostanie twarde, szare, gąbczaste ciało, które nazywamy koksem; nad nim znajduje się gęsta smoła, z której można wydobyć asfalt i inne ciała; nad tą smolą unosi się rzadszy, wodnisty płyn, a u góry naczynia zbierają się różne bezbarwne gazy. Gdybyśmy w przykrywce naczynia zrobili otwór i w ten otwór szczelnie wstawili rurkę, gazy weszłyby z naczynia w rurkę i możnaby je przeprowadzić do innego naczynia, tak, jakśmy to zrobili z parą wodną. (*Nauczyciel objaśnia układ rysunkiem*). Gdybyśmy do tych gazów, wydobywających się z ogrzewanego węgla kamiennego, przytknęli płomień, zapaliłyby się one jasnym światłem, tak jak gaz, palący się w latarniach na ulicy, bo jest to właściwie ten sam gaz. Z węgla kamiennego, ogrzanego w zamkniętem naczyniu, wydobywa się więc gaz oświetlający; w ten sposób robią gaz ten i w fabryce gazu, lecz go jeszcze po wydobyciu oczyszczają.

Napełnijmy wąską szklaneczkę (próbówkę) drobnym węglem kamiennym, zakorkujmy ją przedziurawionym korkiem i wstawmy w otwór korka rurkę szklaną. (*Nauczyciel pokazuje to doświadczenie*). Jeżeli szklaneczkę ogrzejemy teraz nad płomieniem lampki spirytusowej, to z rurki szklanej wydobędzie się gaz, który możemy zapalić (rys. 31). Tak więc węgiel kamienny, ogrzewany w zamkniętem naczyniu, rozkłada się na kilka różnych ciał. Powtórzcie, na jakie?



Gdybyśmy tak samo w zamkniętym naczyniu ogrzewali wióry drzewne, to na dnie naczynia utworzyłby się węgiel, nad nim smoła, nad nią bardziej wodnisty płyn, który jest octem, a u góry naczynia zebralby się gaz oświetlający. Tak postępują w smolarniach dla otrzymania smoły, i w fabrykach octu, chcąc otrzymać ocet. Ocet wydobyty z drzewa jest nieczysty, prawie czarny; trzeba go potem oczyścić.



Rys. 31.  
Wydobywanie gazu oświetlającego  
z węgla.

Można jeszcze otrzymać ocet innym sposobem. Wiecie, że wino, gdy długo stoi w złe zakorkowanej butelce, kwaśnieje; otóż kwaśnienie ono dlatego, że właśnie zamienia się w ocet. Tym sposobem można otrzymać ocet nie tylko z drzewa, lecz i z wina lub z rozwodzonego spirytusu.

Widzieliście, że drzewo ogrzewane w zamkniętym naczyniu rozkłada się na takie same ciała, jak i węgiel kamienny. Mamy zatem jeszcze jeden dowód na to, że węgiel kamienny powstał z drzewa. Rozkładanie drzewa lub węgla kamiennego przez

ogrzewanie w zamkniętym naczyniu nazywa się suchą destylacją drzewa lub węgla. Powiedziałem, że ze smoły, wydobywającej się z ogrzanego w zamkniętym naczyniu węgla, można wydobyć asfalt; można z niej też wydobyć: kwas karbolowy, benzol, anilinę, kreozot i różne piękne żywe farby, które nazywamy anilinowemi. Przeczytajcie sobie książeczkę Umińskiego: »O węglu kamiennym«.

Asfalt znajduje się też i sam w ziemi w niektórych krajach, np. w Palestynie, we Włoszech i w Anglii. Bardzo więc być może, że ten asfalt, znajdujący w ziemi, wydobył

się z drzew, gdy się z nich tworzył węgiel kamienny, jako smoła, i później na powietrzu stwardniał. Drzewa, leżące pod ziemią, zamieniły się więc w węgiel, tak, jak my zamieniamy drzewo na węgiel, gdy je ogrzewamy w zamkniętym naczyniu. Drzewa te ze wszystkich stron były przykryte ziemią, powietrze się do nich nie dostawało, — tak jak się nie dostaje do zamkniętego naczynia, — z pod spodu zaś były ogrzewane, bo w głębi ziemi jest silne gorąco. Wiecie, że asfalt bardzo łatwo topi się. Do czego używa się asfaltu? Stopiony i zmieszany z twardym piaskiem i żwirem używa się do wylewania chodników na ulicach; bez piasku byłby za miękki. Używa się też do smarowania ścian okrętów; robią zeń tekturę smołowcową czyli asfaltową do pokrywania dachów, lak czarny i t. d.

Bursztyn, z którego robią ustniki do fajek i inne przedmioty, jest także żywicą, która wypłynęła z drzew, niegdyś na ziemi rosnących, i zwykle znajduje się w ziemi obok węgla brunatnego, a często obok całych jeszcze drzew. Wewnątrz kawałków bursztynu znajdują się często muchy i inne owady lub kawałki roślin, co dowodzi, że bursztyn był kiedyś płynną żywicą. Najwięcej bursztynu znajdujemy nad morzem Bałtyckim, wzdłuż ujścia rz. Wisły i w b. gub. Łomżyńskiej około Ostrołki. Najdroższy jest bursztyn biały, nieprzezroczysty; żółty jest pospolity.

Wszystkie te ciała, które poznaliśmy na ostatnich lekcjach, pochodzą więc z dawniej rosnących drzew i innych roślin, i wszystkie palą się gorzej lub lepiej. Jakie jeszcze ciało palimy codziennie w mieszkaniach, nie tyle dla opału, ile jako świetliwo? (Naftę). Nafta także znajduje się w ziemi obficie w niektórych krajach, zwłaszcza w Galicji, w Ameryce i w Rosji nad morzem Kaspijskim. Wychodzi ona sama z głębi ziemi w postaci źródeł, jest brunatnej barwy, ma zapach żywiczny i nazywa się olejem skalnym czyli ropą. Nafta, którą sprzedają na świetliwo, jest już oczyszczonym olejem skalnym. Jakim jest ciałem nafta: stałym, płynnym, czy lotnym? Jakiego jest koloru? Zauważcie, że jest innej barwy, gdy ją rozpatrujemy pod światło. Innej znów w przezroczu; jest dwubarwna. Czy jest przezroczysta? Czy ma smak i zapach? Czy jest cięższa, czy lżejsza od wody? Jak się o tem przekonać? Nafta, jak wszystko wskazywać się zdaje, wytworzyła się również niegdyś na dnie morza, lecz nie z roślin, ale z tłuszczu zwierząt mor-



skich. Z nafty można zapomocą suchej destylacji otrzymać znów różne ciała, np. benzynę, oleje mineralne, używane na smary do maszyn, wazelinę, parafinę, podobną do stearyny, lecz bardziej przeświecającą i inne. W Galicji i na Kaukazie znajduje się w ziemi ciało podobne do zanieczyszczonej parafiny, żółtego, czerwonego lub czarnego koloru, zwane woskiem ziemnym lub ozokieritem. To ciało znacie nawet, bo używa się jako wosk do froterowania podłóg. Po oczyszczeniu jest zupełnie podobne do parafiny i nazywa się wówczas cerezyną. Przy suchej destylacji węgla brunatnego, torfu, a jak wiecie i nafty, można również otrzymać parafinę, wazelinę, oleje mineralne i t. p. Powtórzcie: co nazywamy suchą destylacją? co otrzymujemy przy suchej destylacji drzewa, torfu, węgla, oleju skalnego?

#### WYKŁAD XXIV.

Jak są rozmieszczone ciała na ziemi. — Sól kuchenna, jej własności, użYTEK i rozmieszczenie. — Pokłady, kopalnie. — Opis Wieliczki. — Wydobywanie soli morskiej. — Solanki, tężnie, warzonka.

Poznaliśmy już kilka ciał nowych i dowiedzieliśmy się, jak one powstają. W ziemi znajduje się bardzo wiele ciał, ale nie wszystkie znajdujemy w niej w każdym miejscu. Nafta np. znajduje się tylko w niektórych miejscach, tak samo węgiel kamienny lub bursztyn. Ważną więc jest rzeczą wiedzieć, gdzie się jakieś ciało znajduje, w jaki sposób wydobywa się ono z ziemi. Przypomnijmy sobie niektóre ciała już nam znane i zobaczmy, gdzie one się znajdują? Poznaliśmy już dawniej dobrze sól. Powiedźcie mi naprzód, do czego ludzie używają soli? Czy możnaby się żywić samą solą? (Nie). Czy możnaby ją spożyć odrazu w większej ilości? (Nie). Więc czy to jest pokarm? (Nie). Więc czym jest? Dodatkowo do pokarmów, czyli przyprawą, ale przyprawą bardzo ważną, bez której człowiek obyć się nie może. Do czego się jeszcze używa soli?

Mówiliśmy już, że na zimę wstawiają czasami sól pomiędzy okna podwójne; w jakim celu? Jakie ciała jeszcze pochłaniają wilgoć z powietrza? Mech, czysta sucha wata, kwas

siarczany. (Takie ciała nazywamy inaczej higroskopijnemi<sup>1)</sup>).

Dlaczego solimy: mięso, ryby, grzyby, ogórki i t. p.? W soli nie mogą pokarmy pleśnieć, ani się psuć; sól pochłania z nich wilgoć, tak, że one stają się suchszymi i przez to także gnić nie mogą, bo do gnicia potrzebna jest wilgoć. W mięsie, w owocach, w ogórkach i innych pokarmach lęgną się drobne, niewidzialne istoty, podobne do tych, jakie można dojrzeć pod drobnowidzem w kropli wody i w powietrzu. Te istoty rozrastają się, żywią się tem mięsem lub owocami, w których się znalazły i przez to pokarmy się psują. Pleśń składa się z bardzo drobnych grzybków, które także często wyrastają na pokarmach naszych, żywią się nimi i przez to psują je. Otóż sól zabija wszystkie te drobne istoty i pleśń — i dlatego solone pokarmy, choć długo leżą, nie psują się.

Polewa na glinianych naczyniach robi się często z soli, tym sposobem, że do pieców, w których się gliniane wyroby wypalają, wrzucają sól; od gorąca sól się topi, potem paruje, a para soli, gdy osiedzie na rozpalonej glinie, tworzy polewę; później dowiecie się jeszcze o innym sposobie robienia polewy. Sól jest też potrzebna w fabrykach szkła i mydła.

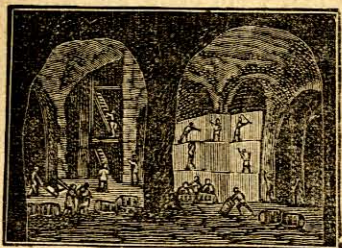
Gdybyśmy wzięli trochę śniegu i zmieszali z taką samą ilością soli, otrzymalibyśmy mieszaninę tak silnie oziębiającą, jak powietrze w czasie silnego mrozu ( $-17^{\circ}$ ); śnieg bowiem z solą topi się i jak każde ciało, które się topi, wchłania w siebie ciepło z otoczenia i oziębia je; gdybyśmy do takiej mieszaniny wstawili szklankę z wodą, wodaby zamarzała i zamieniłaby się w lód. Tym sposobem możemy robić sztucznie silne zimno. Tego sposobu używają zwykle cukiernicy do wyrobu lodów. Wyliczcie raz jeszcze wszystkie użYTEKI, jakie mamy z soli. Sól więc jest ciałem bardzo użYTECZNEM.

Przypomnijcie sobie, jakiej barwy jest sól? Dlaczego wydaje się ona nam białą w proszku? Sól bywa czasami zabarwioną na odcień żółty lub zielonawy, wskutek różnych domieszek, jakie się do niej przyłączają z ziemi. Jak krystalizuje sól? Poznaliśmy już więc to ciało dobrze. Powiedźcie teraz, skąd ludzie biorą sól? (*Z ziemi*). Czy sól tylko w ziemi

<sup>1)</sup> Ta nazwa, podana do wiadomości nauczyciela i dojrzałych uczniów, jak i wiele innych trudniejszych, może być w wykładzie dla dzieci opuszczona.

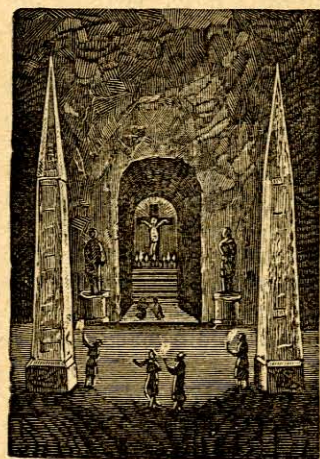


się znajduje? Znajduje się jeszcze w wielkiej ilości w morzu; dlatego woda morska jest słoną; w rzekach jej nie ma, ale bywa w niektórych jeziorach i źródłach. W ziemi znajduje



Rys. 32.

sie obficie w wielu miejscach, we wszystkich częściach świata. Jak nazywamy miejsce, skąd sól wydobywają z ziemi? (*Kopalnią soli*). Gdzie się znajdują największe kopalnie soli? W Wieliczce. Gdzie leży Wieliczka? W Galicji, niedaleko Krakowa. Niedaleko od Wieliczki znajduje się jeszcze Bochnia, w której także są kopalnie soli; zdaje się, że pod Bochnią ciągnie się ten



Rys. 33.

że w pokładzie wykopano już wiele soli. Galerje są sklepiene, aby ziemia nad nimi nie zawaliła się. Ściany i sklepienia galerji stanowią jeszcze nie wykopaną sól. W kopalni znajdują się w niektórych miejscach obszerne sale; w jednej z nich mieści się kaplica św. Antoniego (rys. 33),

w której sklepienie, ołtarz, krzyż, świeczniki, kolumny, figury Świętych, kazalnica i inne części wykute są z soli; jest tu też posąg króla Augusta II-go z jednej bryły soli. W innem miejscu jest znów sala balowa, której ściany, żyrandole i t. d. wykuto z soli; dalej: kuźnia, stajnie i inne komory również wykute w soli; wszystko — rozumie się — oświetlone pochodniami i lampami, gdyż inaczej byłoby w kopalni zupełnie ciemno. Od tego światła ściany błyszczą, przedstawiając piękny widok, zwłaszcza gdy w dniu uroczyste, na przyjęcie znaczniejszych gości, oświetlają rzeszście kopalnię ogniami sztucznymi kolorowemi. W jednym miejscu znajduje się w kopalni wielkie jezioro, przez które trzeba przepływać się promem; ale należy pamiętać, że to wszystko jest głęboko pod ziemią, żeby zrozumieć, jakie dziwne musi to sprawiać wrażenie. Jezioro to powstało ze ściekającej ze wszystkich stron wody podziemnej, która gromadzi się w najniższym miejscu. Aby woda, ściekająca ze wszech stron, nie przeszkadzała robotom i nie podmywała kopalni, ujęto wszystkie drobne strumyki w jeden duży kanał, spływający do jeziora. W ten sposób powstała kręta rzeczka, płynąca w kopalni. Spadając z wyższych miejsc w niższe, woda tworzy szumiące wodospady, których szum rozlega się w kopalni bezustannie i powtarza ciąglem echem. Jedne galerje wykopane są wyżej, inne — niżej, tak jakby piętra, jedno nad drugim. W każdym piętrze jest wiele galerji, a samych pięter jest pięć. Wszystkie galerje razem wzięte mają blisko 90 mil długości, a ciągle jeszcze powstają nowe, bo sól wciąż jeszcze wydobywają.

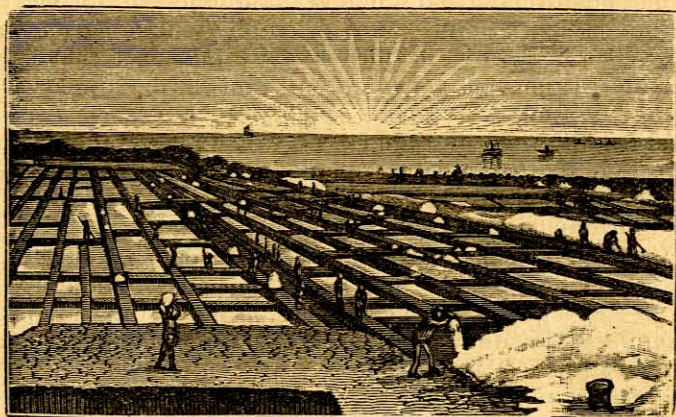
Nad wydobywaniem soli pracuje kilkuset ludzi i sto koni. Koni spuszcza się do kopalni na linach; wiele koni ślepie, z powodu, że pracują ciągle w ciemności i że sól źle wpływa na wzrok. Koni bywają wyciągane na powierzchnię ziemi tylko co dwa tygodnie, lecz ludzie wychodzą z kopalni codzień po skończonej pracy.

Kopalnia leży w głębokości przeszło 200 stóp pod powierzchnią ziemi; z tego powodu ludzie, pracujący w kopalni, nie odczuwają zmian pogody i nie wiedzą, gdy burze szaleją nad ziemią; światło dzienne nigdy do kopalni nie dochodzi. Z kopalni tej wydobywają co rok przeszło sto milionów funtów soli. Sól wyłamują żelaznymi drągami lub rozsadzają prochem i ładują w beczki, beczki zaś ładują na wagony, dojeżdżające do szybów po żelaznych szynach. W wielu



miejscach w górach Karpackich, a także w wielu innych krajach, znajdują się podobne kopalnie soli, ale kopalnia w Wieliczce jest największą.

Powiedzieliśmy już, że sól znajduje się nie tylko w ziemi, lecz w wielkiej ilości i w wodzie morskiej. Jakim sposobem możnaby wydobyć sól z wody morskiej? (Nabrać tej wody w naczynie i zagotować, aby woda wyparowała). W niektórych miejscach można mieć taką sól bez żadnej pracy, np. z jezior przy ujściu rzeki Wołgi i Donu. Latem, gdy woda przy brzegu podczas upałów paruje, sól osadza się na brzegu sama, tak, że mieszkańcy ją tylko zbierają

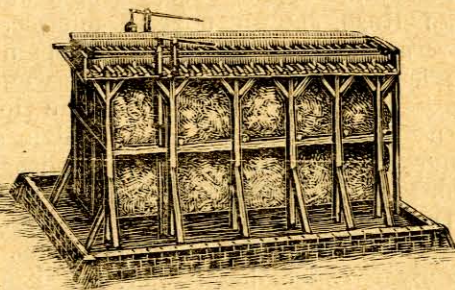


Rys. 34. Wydobywanie soli z wody morskiej.

i rozwożą na sprzedaż. W stepach około morza Kaspijskiego leżą ogromne pokłady soli prawie na powierzchni ziemi tak wielkie, że tą solą możnaby zaopatrywać całą Europę przez 100 lat. W innych krajach gorących nadbrzeżni mieszkańcy wykopują obszerne, lecz płaskie doły nad brzegiem morza (rys. 34); podczas przypływu morza woda morska zalewa te doły; gdy morze odpływa woda w dołach pozostaje i na słońcu paruje, a po odparowaniu wody w dole pozostaje już czysta sól którą następnie wygarniają i wysuszają. Robotnicy starają się tylko, aby w czasie następnego przypływu woda zalała inne, dalsze doły, a do dawniej zalanych nie doszła i nie rozwodniła parującego roztworu; zaraz więc po odpływie

morza zalane doły odgradzają i zamykają, dając wodzie parować, gdyż inaczej nowy przypływ rozrzedziłby już wyparowany roztwór. W krajach zimnych urządzają podobne doły; gdy woda morska w nich zamrznie, pozostaje w dołach pod spodem oddzielnie rozwodniona sól, oddzielnie zaś z wierzchu lód, bo lód soli nie zawiera.

Wreszcie można wydobyć jeszcze sól z niektórych słonych źródeł podziemnych. Takie źródła zawierają zwykle mało soli, więc wygotowywać soli z takiej wody nie opłaca się. Takie źródła słone, jak np. u nas, w Ciechocinku, nazywają się solankami. Aby z nich wydobyć sól, układają wysokie budowle z chróstu, t. zw. tężnie (rys. 35); na wierzch chróstu pompują wodę z solanek i rozprowadzają ją po chróście rynną z dnem dziurkowatym, leżącym poziomo nad chróstem. — Woda spływa powoli, kroplami z jednej gałązki chróstu na drugą coraz niżej przez całą tężnię i powoli wysycha, czyli paruje, przez



Rys. 35. Tężnia.

co roztwór gęstnieje, stęży się. Gdy roztwór ten spłynie na spód tężni, do podstawionych koryt, jest już gęstym. Ten roztwór często znów pompują po raz drugi i trzeci na tężnię, skąd znów spływa po chróście i gęstnieje jeszcze bardziej. Wreszcie, gdy roztwór jest już bardzo gęsty, stężony, wlewają go do wielkich, płaskich, metalowych kotłów czyli pan w i i parują na ogniu. Po odparowaniu wody pozostaje sól, którą nazywamy warzonką. Przepuszczanie wody przez chróst ma jeszcze i tę zaletę, że woda oczyszcza się z mętów, t. j. precedza się tak, jakśmy precedzali roztwór soli przez bibułę. Woda słona, spływająca z tężni, jest bardzo czysta, a stąd i sól nie jest tak zanieczyszczona.



## WYKŁAD XXV.

**Kopalnia węgla kamiennego, marmuru. — Rysowanie mapek geologicznych. — Nasze rzeźby i pomniki marmurowe.**

Skąd wydobywają węgle kamienne? (Z ziemi). Jak leżą w ziemi węgle kamienne? Czy kawałkami oddzielnymi, tak jak je widzimy w mieszkaniu lub w składach węgla? Nie, w jednolitej masie. Więc w ziemi właściwie nie leżą węgle kamienne, lecz duża, gruba warstwa węgla kamiennego. Jak nazywamy taką dużą i grubą warstwę? (Pokładem). W ziemi znajdują się więc pokłady węgla kamiennego. Czy wszędzie, w każdym miejscu można znaleźć pokład węgla kamiennego? (Tylko w niektórych miejscach). W jakich krajach znajduje się najwięcej węgla kamiennego? W Anglii, Belgji, Rosji. Jak się nazywa miejsce, w którym z ziemi wydobywają węgiel kamienny? (Kopalnią węgla kamiennego). Są więc kopalnie soli i kopalnie węgla kamiennego. Jakie jeszcze bywają kopalnie? (Kopalnie złota, srebra, żelaza, marmuru i różnych innych ciał). Gdzie się u nas znajdują kopalnie węgla kamiennego? W okolicach Dąbrowy i Będzina. Okolicę tę nazywamy Zagłębiem Górniczym Dąbrowskiem.

Dawniej, poznaliśmy już dobrze, prócz węgla kamiennego i soli, niektóre inne jeszcze ciała, np. marmur, kredę i t. p.; musimy i o nich dowiedzieć się, skąd one się biorą? Przypomnijcie sobie naprzód, co wiecie o marmurze? Jaka jest jego barwa główna? W jaki sposób możemy się o tem przekonać? Dlaczego marmur bywa jeszcze innych barw? Co to jest marmur pstry? Jak się nazywa ciało, powstałe ze skupienia kilku innych ciał? (Ciałem złożonym). Jak wygląda biały marmur w przełomie? Jak wygląda marmur, gdy go trzymamy pod światło? Wymieńcie, do czego używa się marmuru? Pozostaje nam jeszcze dowiedzieć się, gdzie się marmur znajduje. Skąd ludzie otrzymują marmur? (Wydobywają go z ziemi). Jak leży marmur w ziemi? Czy kawałkami, czy całą dużą i grubą masą, jak np. węgiel lub sól? (Leży w wielkich masach). A zatem marmur tworzy w ziemi pokłady. Prócz tego leży marmur często i na powierzchni ziemi i tworzy całe góry marmurowe. Czy to wszędzie, w każdym kraju, znaleźć można w ziemi marmur? Nie, tylko w niektórych krajach. Najpiękniejsze marmury znajdują się we Włoszech (biały marmur kararyjski), w Grecji, — i stamtąd

je do nas przywożą; mniej piękne znajdują się i w innych krajach.

Jak się nazywa miejsce, w którym wydobywają z ziemi marmur lub inne użyteczne kamienie, węgiel kamienny, sól, metale? (Kopalnią). W jaki sposób wyłamują w kopalniach marmur z pokładów lub gór? Naprzód świdrują w masie marmuru głębokie otwory, wkładają w nie naboje z prochu i zapalają; proch wybucha i rozsadza kawał pokładu, który pęka na mniejsze kawały; wówczas można te kawały podważyć żelaznymi drągami, wrzucić je na wozy i wywieźć z kopalni. I w naszym kraju są także kopalnie marmuru, ale tylko w jednym miejscu — w Chęcinach pod Kielcami. Co to są Kielce? (Miasto w Małopolsce). Gdzie to miasto leży: na północ, południe, na wschód, czy na zachód od Warszawy? Pokaż na mapie, jakimi kolejami dojechać można i przez jakie główne miasto kolej przechodzi. Narysujcie na ćwiartce papieru granice Polski i najbliższy brzeg morski, oznaczcie kierunek rzeki Wisły; zaznaczcie kółeczkami: gdzie leży Warszawa, gdzie Kielce, gdzie Chęciny, a pod Chęcunami napiszcie dla pamięci wyraz: marmur; nazwy miast oznaczać nie trzeba, tylko pierwsze ich litery, np. zamiast »Warszawa«, postaw przy kółeczku tylko literę W., zamiast »Kielce« — K., zamiast »Chęciny« — Ch. (*Nauczyciel winien narysować taką mapę na tablicy, uczniowie przerysowują*). Jaki marmur znajduje się w Chęcinach? (Pstry). Z najpiękniejszego białego marmuru zrobioną jest rzeźba »Chrystus w Grobie« w kościele ks. Karmelitów na Krakowskim-Przedmieściu, pomnik Małachowskiego w kościele św. Jana, wiele nagrobków na cmentarzu Powązkowskim i t. p. Zaznaczcie sobie teraz na mapce swojej skróconym sposobem miejscowości, w których znajdują się kopalnie węgla kamiennego, pisząc tylko pierwsze litery nazw miast (Dąbrowa — D., Będzin — B.), i napiszcie obok tych miast wyrazy: węgiel kamienny. Zaznaczcie sobie tak samo na mapce, gdzie się znajduje sól (Wieliczka, Ciechocinek), gdzie bursztyn (ujście Wisły, Ostrołęka), nafta, wosk ziemny i przechowajcie mapkę do dalszych wykładów.



## W Y K Ł A D XXVI.

**Kopalnie kredy.** — Skąd się kreda wzięła na powierzchni ziemi. — **Podnoszenie się dna morskiego.** — Wulkany, trzęsienia ziemi, źródła gorące, temperatura wnętrza ziemi. — Ziemia i księżyc były niegdyś rozpalone, tak, jak obecnie słońce. — Nasz kraj był dnem morskiem.

Możemy dziś już powrócić do naszej kredy, którą tak dobrze już poznaliśmy, a którą chwilowo na ostatnich lekcjach opuściliśmy, aby się przygotować do jeszcze lepszego jej poznania. Skąd ludzie otrzymują kredę? (Z ziemi). Tak, kreda leży w ziemi pokładami, tak jak sól, węgiel kamienny lub marmur, ale znajduje się też i na powierzchni ziemi; wtedy tworzy płaskowzgórza. Jaka jest różnica między górą i płaskowzgórzem? Góra jest wysoka i ku wierzchołkowi coraz węższa, płaskowzgórze kończy się płasko, tak, że gdy na nie wstąpimy, mamy przed sobą równinę. Narysujcie kontur góry i płaskowzgórza. Płaskowzgórza utworzone z kredy można zdala poznać po białej ich barwie; nie są one pokryte zielonością. Czy na kredzie może rosnąć trawa, zioła lub drzewa? (Nie). Czemu nie mogą rosnąć? Jakiej ziemi potrzebują rośliny, aby żyły i rosły? (Czarnej). Czy na czystej glinie, na wapnie, na czystym piasku mogą rosnąć rośliny? Nie mogą; muszą mieć jeszcze trochę ziemi czarnej. Czy pokłady kredy trzeba także rozsądzać prochem, tak jak marmur? Dlaczego to nie jest koniecznem? (Kreda jest miększa od marmuru i daje się łatwiej wyłamywać). W jakich krajach znajdują się wielkie pokłady kredy? W Anglii, we Francji, w Rosji. (W Polsce znajdują się znaczne pokłady w okolicach miasta Chełma). Gdzie leży to miasto? (W Lubelskiem). Gdzie leży miasto Lublin? na północ, południe, wschód, czy na zachód od Warszawy? Jakie to jest miasto — (wojewódzkie). Jakie są największe miasta w Królestwie? (Warszawa, Łódź, Częstochowa, Lublin). Pokaż na mapie, gdzie leży Lublin, gdzie Chełm? Czy można do tych miast dojechać koleją żelazną? Pokaż, jaką? W jakiej stronie od Lublina leży Chełm? Naznaczcie sobie na mapce, którą narysowaliście na zeszłej lekcji, miasta Lublin i Chełm; oznaczcie je kółeczkami i pierwszymi literami ich nazw; przy miejscu, gdzie leży Chełm, napiszcie wyraz: kreda i przechowajcie mapkę do dalszych wykładów.

Przypomnijmy sobie teraz wszystko, co wiemy dotąd

o kredzie. Czy jest to ciało stałe, ciekłe, czy lotne? Jakiej jest barwy? Jakiej jeszcze barwy zdarzają się czasami kawałki kredy i skąd to pochodzi? Czy kreda jest ciałem różnorodnem, czy jednorodnem? Czy kreda jest ziarnistą jak marmur? Czy ma połysk? Więc jaką jest? Czy jest przezroczystą? Czy ma jakiś stały kształt? Więc jaką jest? (Bezkształtną). Od jakich znanych ciał jest kreda twardszą, od jakich miększą? [Jaką ma twardość?]. Czy jest krucha, czy sprężysta? Czy należy do ciał plastycznych? Czy rozpuszcza się w wodzie? Czy ma smak? Czy ma zapach? Czy jest cięższą, czy lżejszą od wody? Jak to poznajemy? (Tonie w wodzie). [Jaki jest jej ciężar właściwy?]. Dlaczego można kredą pisać? Czy kreda jest dobrym, czy złym przewodnikiem ciepła? Jak to poznać? Czy kreda pali się w ogniu? Czy się w nim topi? Co widzimy w proszku kredy pod drobnowidzem? Skąd biorą się w kredzie muszeczki? Więc gdzie się tworzy kreda?

Dziś powiedzieliśmy, że kreda znajduje się w ziemi lub na ziemi; skąd ona się tam bierze, skoro tworzy się w morzu? Mówiliśmy już, że kreda, którą znajdujemy w ziemi lub nad ziemią, składa się zawsze z pancerzyków istot, żyjących w morzu — więc każda kreda tworzyła się ze skoruppek istot morskich. Jeżeli więc znajdujemy kredę w ziemi lub na ziemi, to znaczy, że w tem miejscu musiało być niegdyś morze. Jak się to stać mogło, żeby tam, gdzie było niegdyś morze, mógł się utworzyć ląd stały? Ludzie zauważyli, że w niektórych miejscach dno morskie ciągle się podnosi, w innych znów miejscach dno się obniża. Dzieje się to bardzo powoli, tak, że tego zrazu nie czuć i nie widać. Choć dno morskie podnosi się tak powoli, to jednak przez ciąg długich wieków podniesie się o tyle wysoko, że wystąpi nad powierzchnię morza i stanie się lądem stałym. Wszystko, co na tem dnie morskiem leżało, np. pokład kredy lub co innego, albo co pod dnem było zagrzebane, podnosi się, rzecz jasna, razem z nim, tak, że chociaż np. kreda utworzyła się na dnie morskiem i w wielu miejscach jeszcze na dnie leży, to jednakże w innych miejscach wyniosła się wraz z całym dnem nad poziom morza i znajduje się teraz na lądzie. Można się w rozmaity sposób przekonać o tem, że wiele miejsc, które dziś są lądem, musiały kiedyś znajdować się pod wodą, nawet niektóre wysokie góry, bo w wielu miejscach, nawet w górach, znajdujemy



resztki istot morskich, np. szkielety ryb morskich, muszle morskie i t. p. Skądżeby się te szczątki wzięły w górach, gdyby one kiedyś nie znajdowały się pod wodą? Tak więc powierzchnia ziemi ciągle się zmienia, choć bardzo wolno; tam, gdzie dziś jest ląd — było niegdyś morze i naodwrot. Przez ciąg życia swojego człowiek takiej zmiany zauważyłby nie mógł, tak to się wolno i stopniowo dzieje; ale ziemia istnieje tysiące lat i przez ten czas wiele już takich powolnych zmian zaszło.

Ale w jaki sposób to dno morskie samo się podnosi? Mówiłem już, że wewnątrz ziemi jest bardzo gorące; temperatura jest tam tak wysoka, że wszystkie ciała są prawdopodobnie roztopione, albo przynajmniej rozpalone. Skądże o tem wiemy? Wiecie z geografji, że w wielu krajach znajdują się szczególne góry, zwane wulkanami, mające na wierzchołku otwory czyli kratery, przez które od czasu do czasu wybucha ogień, dym i wylewa się roztopiona masa, czyli lava. Otóż ta roztopiona masa, znajdująca się we wnętrzu ziemi, wydobywając się, ciśnie na twardą skorupę ziemską i wskutek tego podnosi w wielu miejscach ziemię, tworząc góry, — przerywa taką górę, tworząc krater — i wylewa się przez ten otwór jako lava, lub wybucha przez, dawniej już takim samym sposobem utworzone, wulkany.

Gdybyśmy napełnili butelkę do połowy wodą, następnie ją dobrze zakorkowali i postawili na ogniu, aby się woda zagotowała, to para, wydobywająca się z wody, zacznie cisnąć na ścianki butelki z taką siłą, że wkrótce wysadzi korek z butelki; a gdyby korek zbyt mocno siedział, rozerwie butelkę na kawałki. Gdybyśmy tak samo napełnili butelkę wodą sodową, zawierającą wiele gazu, i zakorkowali, to gaz wysadziłby korek z butelki (z tego powodu korki przymocowują się zwykle drutem lub sznurkiem).

Otóż tak samo z roztopionej masy, znajdującej się wewnątrz ziemi, wydobywają się ciągle gazy, gdyż ta masa od gorąca paruje; gazy prą i cisną na twardą skorupę ziemi, podnoszą ją, a gdy parcie jest zbyt silne, wybuchają na zewnątrz. Wskutek tego parcie wewnątrz ziemi zmniejsza się czasami, aż znów zbierze się we wnętrzu taka ilość gazów, że ziemia nie wytrzyma tego ciśnienia. Gdy gazy te silnie prą na skorupę ziemską, wówczas często, zanim znajdą otwór, którym wyjść mogą, wstrząsają ziemią; stąd mamy trzęsienia ziemi, od czasu do czasu w niektórych okolicach zda-

rzające się. Prócz powolnego w niektórych miejscach podnoszenia się ziemi, prócz wybuchów wulkanicznych i trzęsień ziemi, mamy jeszcze liczne inne dowody tego, że wewnątrz ziemi jest rozpalone. Tak np. niektóre źródła wody mineralnej są bardzo gorące; wiele zaś źródeł, nawet wytryskujących ze znacznych głębów, ma wodę wrzącą. W głębokich kopalniach i przy kopaniu bardzo głębokich studzien zauważono, że im niżej się zapuszczamy w głąb ziemi, tem jest coraz cieplej (w wielu miejscach na każde 100 stóp głębokości podnosi się temperatura o 1 stopień). To wszystko można wytłumaczyć tylko przypuszczeniem, że ziemia była niegdyś cała rozpalona tak, jak dziś jest np. słońce. Następnie powierzchnia ziemi zaczęła powoli stygnąć i wreszcie zastygła w twardą skorupę; lecz we wnętrzu pozostała jeszcze ziemia rozpalona.

Tak samo powoli stygnie i powierzchnia słońca. Ziemia prędzej ostygła niż słońce, gdyż jest od niego daleko mniejszą. Księżyc był również niegdyś rozpaloną kulą, ale dawno już zastygł całkowicie, nawet wewnątrz, gdyż jest znów znacznie mniejszy od ziemi.

Mamy więc na ziemi na zewnątrz twardą skorupę, wewnątrz zaś rozpaloną masę, z której wydobywają się gazy, cisnące na tę skorupę. Pod wpływem tego ciśnienia skorupa ziemi w wielu miejscach się wygina; stąd lądy lub dno morskie powoli się podnoszą albo opadają. Ta skorupa ziemską bezustannie powoli grubieje, gdyż ziemia wciąż dalej stygnie. Gdy zaś ciało stygnie, wówczas zazwyczaj kurczy się, marszczy i fałduje, jak np. skórka na gorącym jabłku lub kartoflu, gdy stygną. Stąd jedne części skorupy ziemskiej wyginają się ku górze, inne ku dołowi: jedne lądy się podnoszą, inne — obniżają.

Powtórzcie, jakie ciała znajdujemy w naszym kraju. Krede, sól kuchenną, naftę, bursztyn, węgiel kamienny, marmur i t. p. Są to wszystko takie ciała, które tworzą się w morzu. Widocznie zatem kraj nasz musiał być niegdyś dnem morskiem. W wielu miejscowościach znajdujemy też szkielety, muszle, skamieniałości i inne szczątki zwierząt morskich. A co najważniejsza, grunty w naszym kraju ułożone są wielkimi płaskimi warstwami, pokładami, jedne nad drugimi, jak to się tylko w wodzie ułożyć może; pod czarną ziemią mamy np. pokład gliny, pod nim pokład piasku i t. d. Im dalej na północ, tem więcej w kraju naszym jezior i to przeważnie



słonych, jakby pozostałości po morzu, które tu niegdyś było i które spłynąwszy, pozostawiło swą wodę w większych zagłębieniach. Oczywiście, morze Bałtyckie musiało niegdyś zalewać znaczną część naszego kraju. Było to już bardzo dawno. Obecnie kraj nasz bezustannie, choć nader powoli się wznosi. Natomiast przeciwny brzeg morza Bałtyckiego i niektóre inne miejscowości (Holandia) powoli się obniżają i może z czasem staną się dnem morskiem. Stąd właśnie to, co się na dnie morskiem wytworzyło, gdy to dno z biegiem wieków wznosząc się, stanie się ziemią suchą, znajdziemy potem na tym lądzie. Przeczytajcie sobie książeczki Brzezińskiego: »Pogadanki o wnętrzu ziemi« i »O górach, zięjących ogniem«.

## WYKŁAD XXVII.

### Rozkład kredy. — Jak się robi szkło. — Mieszanina i związek chemiczny.

Objaśniłem na zeszłej lekcji, w jaki sposób kreda, wytworzywszy się w morzu, mogła się znaleźć na lądzie stałym. Żeby już skończyć zupełnie o kredzie, powiedzcie mi, do czego kreda ludziom służy? (Do pisania). Do czego jeszcze? (Do czyszczenia). Zapamiętajcie sobie, że z kredy mamy różne użytki: posługujemy się nią do pisania i rysowania, do czyszczenia i polerowania metali, robią z niej też białą farbę do obić (tapet) i do pięknego papieru glansowanego (kredowego), wreszcie możnaby z niej robić wapno, wypalając ją w ogniu. Powiedzieliśmy, że kreda w ogniu się nie pali, ani topi; gdy ją jednak długo trzymamy w silnym ogniu, wówczas wydobywa się z niej gaz bezbarwny, który nazywamy kwasem węglowym, a to, co z kredy potem zostaje, jest zwyczajnem niegaszonem wapnem. Położmy na rozżarzonych węglach w piecu kawał kredy i, zamknąwszy piec, przekonajmy się po upływie godziny, co pozostało z kredy; będzie to już nie kreda, lecz wapno palone. Z tego widzimy, że w kredzie znajduje się zawsze wapno i gaz, zwany kwasem węglowym. Tymczasem w kredzie nie widzimy wcale tych dwu ciał — ani wapna, ani kwasu węglowego. Kreda nie jest przecież wcale podobną do żadnego gazu, jest daleko bielszą od wapna i ma inne wszystkie własności, aniżeli wapno lub jakiś gaz, — a przecież, gdybyśmy nawet drobne ziarnko kredy wzięli, nawet jedną

muszelkę drobną, zawsze w ogniu rozpadnie się na te dwa ciała. Wapno i kwas węglowy są więc tak mocno związane z sobą w kredzie, że nie widać ani jednego, ani drugiego z tych ciał; oba razem tworzą jedno nowe ciało, niepodobne do tych, które się w niem znajdują. Jeżeli kilka ciał jest tak mocno z sobą spojonych, że tworzą jedno nowe, niepodobne do nich ciało, to powiadamy, że one są z sobą związane chemicznie. Kreda więc składa się z wapna i kwasu węglowego, związanych z sobą chemicznie.

Czy wiecie, z czego się robi szkło? Z piasku, wapna i sody lub potażu. Gdybym zmieszał piasek, sodę i wapno w jednym naczyniu, czy miałbym szkło? Nie, miałbym tylko zwyczajną mieszaninę tych ciał i każdy od razu na oko mógłby odróżnić, że w tej mieszaninie znajduje się piasek, wapno i t. d. Jeżeli czysty piasek mieszamy ze sproszkowanym wapnem i sodą lub potażem w glinianem naczyniu i wstawimy to naczynie do bardzo silnego ognia, wówczas wszystkie te ciała topią się i łączą z sobą, tworząc szkło. Czy możnaby, patrząc na szkło, poznać, że w niem znajduje się piasek, wapno i soda? (Nie). Czy szkło jest podobne do piasku, wapna i sody? (Nie). Ze stopienia więc piasku, wapna i sody powstaje zupełnie nowe ciało, wcale do nich niepodobne. W szkłe więc jest piasek z wapnem i sodą związany tak, jak w kredzie związane jest wapno z kwasem węglowym. Jak się nazywa taki związek ciał? (Związek chemiczny).

Dawniej widzieliśmy, że ogrzewając w zamkniętym naczyniu drzewo lub węgiel kamienny, rozkładamy je także na kilka ciał nowych, niepodobnych do drzewa, ani węgla kamiennego. Jakie to ciała? Tak samo i wiele innych ciał możnaby rozłożyć na nowe, niepodobne do nich, czyli, jak to powiadamy, rozłożyć je chemicznie. Widzimy więc, że ciała mogą być albo tylko z mieszane z sobą i wtedy łatwo każde oddzielnie poznać, albo też mogą być związane chemicznie i wtedy tworzą razem jedno nowe ciało. Poznaliśmy dawniej kamień, zwany granitem. Z jakich kamieni składa się granit? Czy te trzy kamienie: kwarc, szpat polny i mika, są w granicie zmieszane z sobą, czy też związane chemicznie? (Zmieszane). Dlaczego? Bo widzimy każdy z trzech kamieni granitu oddzielnie. Mieszanina tworzy więc ciało różnorodne. Związek chemiczny, np. kreda, węgiel kamienny, szkło — są ciałami jednorodnymi. Ale takie jedno-



rodne ciała można często jednak rozłożyć chemicznie na prostsze ciała.

Powtórzenie, dlaczego kreda jest związkiem chemicznym? Bo składa się z innych ciał, zupełnie do niej niepodobnych, które tak silnie są z sobą związane, że tworzą razem jedno nowe, jednorodne ciało, mające wszystkie własności inne, aniżeli ciała, z których się składa. Jakże to ciała związały się tak i utworzyły kredę? (Wapno i kwas węglowy). Dlaczego szkło jest związkiem chemicznym? Z jakich ciał ono się składa? Widzicie, że bardzo ważną i ciekawą rzeczą jest wiedzieć, z czego się ciało składa, i że to nie zawsze na oko widać, — bo któżby się domyślił, że kreda składa się z innych ciał? Zapamiętajcie więc sobie, że do ważniejszych własności każdego ciała zaliczyć należy i to, z czego się ono składa, czyli jego skład chemiczny. Krochmal ani gips nie mają takiego składu chemicznego jak kreda. Po niektórych więc własnościach, zwłaszcza po twardości, ciężarze, rozpuszczalności, palności, budowie mikroskopowej i składzie chemicznym, dadzą się wszystkie ciała dokładnie od siebie odróżnić. Skład chemiczny należy do najważniejszych własności ciał, od których prawie wszystkie inne zależą. *(Należy starać się, aby wszyscy uczniowie dobrze zrozumieli treść niniejszego wykładu i zapamiętali przytoczone w nim terminy. Rozkład kredy w ogniu możnaby pokazać uczniom, wypalając mały kawałek kredy w płomieniu lampki spirytusowej, przyczem kreda staje się szarą, daleko twardszą i nie może służyć do pisania; całkowite wypalenie jednak zabiera dużo czasu i nie jest zupełnie dla dzieci przekonującym doświadczeniem, gdyż wydzielanie się bezbarwnego dwutlenku węglowego nie jest widocznym; można jednak do doświadczenia tego wrócić po wykładzie 29-ym, w którym uczniowie obeznają się ze sposobem wykrywania dwutlenku węglowego. Możnaby pokazać uczniom jeszcze kilka innych prostych przykładów łączenia się i rozkładu ciał, np. ogrzać nad lampką spirytusową w próbówce nieco sproszkowanej siarki z taką ilością opitek miedzianych, przyczem powstanie nowy, czarnej barwy związek — lub tak samo ogrzać trochę tlenku rtęciowego, przyczem wydziele się czysta rtęć i osiadzie na próbówce. Wogóle jednak można objaśnić związek chemiczny tylko przykładami, nie wdając się w ściślejsze określenia pierwiastków, reakcyj i stosunków wagowych, które byłyby w niniejszym kursie nieodpowiednie. W innych wykładach zresztą wracamy jeszcze do tego przedmiotu).*

## WYKŁAD XXVIII.

**Wapniaki: kamień litograficzny, wapień. — Wydzielanie kwasu węglowego. — Gips, alabaster, kalcyt, fosforyt.**

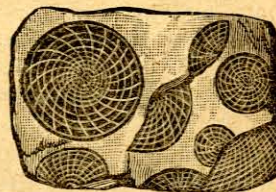
Nie tylko kreda, lecz i niektóre inne ciała składają się również z wapna i kwasu węglowego. Gdybyśmy np. wypalali w ogniu marmur, szpat islandzki lub kamień, używany do litografowania, to i z tych ciał również wydzieliby się niewidzialny, bezbarwny gaz, zwany kwasem węglowym, i pozostałoby czyste wapno. Co pamiętacie jeszcze o szpacie islandzkim, o jego barwie, przezroczystości, o kształcie? Na jakie części łamie się, gdy go rozbijamy młotem? Czego dziś dowiedzieliśmy się jeszcze o nim.

Kamień litograficzny jest żółty lub szary i daje się łatwo łupać na cieńsze warstwy. Pomiedzy temi warstwami znajdują się często muszelki, ale większe niż w kredzie, tak że je widzimy bez pomocy szkieł powiększających. Kamień litograficzny utworzył się więc — tak jak i kreda — na dnie morza.

Może zauważyliście kiedy, że kawały węgla kamiennego bywają czasami przerośnięte warstwą białego lśniącego kamienia, łupiącego się na kryształki, podobne do kryształów szpatu islandzkiego; jest to kalcyt czyli szpat wapienny, złożony również z wapna i kwasu węglowego.

Znajdujemy też czasem kamienie, złożone z dość dużych widzialnych gołem okiem muszelek (numulity), mające takiż skład (rys. 36).

W rzeczywistości jednak nie robi się wapna ani z kredy, ani z marmuru, ani ze szpatu islandzkiego, ani z kamienia litograficznego, ani z kalcytu, chociaż z tych wszystkich kamieni możnaby wapno wypalać; byłoby ono jednak bardzo drogie. Jest



Rys. 36. Numulity w wapieniu tatrzańskim.

jeszcze jeden, powszedniejszy kamień, którego w ziemi znajdują się bardzo grube pokłady, nad ziemią zaś tworzy w wielu miejscach całe góry, płaskowzgórza lub równiny; jest on zwykle białego, szarego lub żółtego koloru i nazywa się wapieniem. Otóż z tego to wapienia, jako bardzo pospolitego, najczęściej wypalają wapno, gdyż i on składa



się z wapna i kwasu węglowego. Wypalanie wapna odbywa się w wielkich piecach, układanych z samego wapienia lub z cegły. Wapienie są w południowej części naszego kraju bardzo pospolite (Zaznaczcie to na mapce).

Można jeszcze w inny sposób przekonać się, że te kamienie składają się z wapna i kwasu węglowego. Gdybyśmy położyli na miseczce kawałek kredy (*doświadczenie to należy pokazać uczniom koniecznie*) lub też kawałek marmuru, kawałek szpatu islandzkiego, kamienia litograficznego, albo wreszcie kawałek wapienia, i obleli którekolwiek z tych ciał octem albo innym kwaśnym płynem (*najlepiej nadaje się kwas solny lub inny mineralny*), to od razu zauważymy, jak kamień zacznie syczeć, burzyć się i rozgrzewać, jak z niego wydziela się gaz, rozpryskując pęcherzyki octu na wszystkie strony. Ten gaz, syczący jak gaz w wodzie sodowej, jest właśnie kwasem węglowym; jest to nawet ten sam gaz, który mamy w wodzie sodowej. Widzicie, że kreda zmienia kolor, staje się szarą — bo gdy wyszedł z niej kwas węglowy, przestała już być kredą i stała się wapnem. Jest to niezupełnie czyste wapno, bo jest złączone z octem. Gdybyśmy wzięli jakieś inne ciało, np. granit, węgiel, szkło, i obleli octem, zobaczymy, że nie wydzielił się żaden gaz.

Jest jeszcze jedno ciało, bardzo podobne do kredy i marmuru; już je znacie: gips. Ani w ogniu, ani w occie gips nie wydziela gazu. Gips zawiera w sobie wprawdzie wapno, lecz ono nie jest związane z kwasem węglowym, lecz z innym ciałem, mianowicie z kwasem siarczanym. Gips również tworzy w ziemi ogromne pokłady, jest bardzo kruchy, łatwo dzieli się na blaszki i bywa rozmaitej barwy, czasem bezbarwny i przezroczysty. Najładniejszy gips nazywa się alabastrem. Gips w ziemi nie jest podobny do tego gipsu, jaki widzimy w gipsowych figurach. Aby żeń zrobić figurę lub inny przedmiot, ogrzewają gips, następnie proszkują go i mieszają z wodą. Wówczas otrzymują białą ciastowatą masę, z której dopiero wyrabiają figury, ornamenty, odlewy. Gdy ta masa następnie wyschnie, nie zmienia już swej formy. Gdybyśmy np. rozmiękczyli ośrodek chleba wodą i zagnietli, moglibyśmy również nadać ciastu temu różne formy, ale po wyschnięciu kształt zmieniłby się, ciasto popękałoby. Rozmięczony gips albo glina po wyschnięciu nie zmieniają kształtu. Czy nie pamiętacie, jak się takie ciała nazywają? (Plastyczne). (*Nauczyciel winienby na lekcji odlać z gipsu model,*

*wyciśnięty w formie gipsowej z jakiegoś medalu lub monety*). Na Podolu znajdujemy kuliste czarne kamienie, złożone także z wapna i innego znów kwasu (fosforowego), zwane fosforytami, które po sproszkowaniu i zwilżeniu jakimś kwasem, aby prędzej wietrzały, używane są jako sztuczny nawóz (superfosfaty), gdyż dostarczają ziemi potrzebnego jej wapna i fosforu.

Ponieważ wszystkie ciała, o których dzisiaj mówiliśmy: kreda, marmur, szpat islandzki, kamień litograficzny, kalkcyt czyli szpat wapienny, numulit, wapień, gips i fosforyt, zawierają w sobie wapno, połączone z innym ciałem (kwasem), przeto wszystkie te kamienie razem nazywamy wapniakami. Do wapniaków należą wapienie czyli węglany wapniowe (związek chemiczny wapna z kwasem węglowym: kreda, marmur i t. d.) siarczany wapniowe (gips), fosforany wapniowe (fosforyty) i t. d.

## W Y K Ł A D XXIX.

**Wapno niegaszone. — Lasowanie wapna. — Wapno gaszone. — Cement. — Mleko wapienne. — Woda wapienna. — Kwas węglowy; oddychanie. — Gnicie; fermentacja; drożdże; napoje musujące; chleb. — Utworzenie węglanu wapniowego. — Dlaczego cement na powietrzu twardnieje?**

Dowiedzieliśmy się na zeszłej lekcji, że jest kilka ciał, składających się z wapna i kwasu węglowego. Wylizcie, jakie to ciała? Jakie jeszcze ciała zawierają wapno, ale nie zawierają kwasu węglowego? Jak się nazywają wszystkie ciała, zawierające wapno? Musimy dziś poznać dwa ciała, wchodzące w skład wapniaków.

Jakim sposobem otrzymują z wapniaków wapno? (Przez wypalanie). Z jakiego wapniaka najczęściej wypalają wapno? (Z wapienia). Już powiedziałem wam, że tak otrzymane wapno nazywa się wapnem niegaszonym albo palonym. Ma ono dziwną własność: gdy nalejemy na takie wapno trochę wody, wówczas wapno syczy, burzy się, rozpryskuje wodę i staje się tak gorące, że woda się gotuje; nie można się wtedy wapna dotknąć, bo się sparzymy; gdy trochę wapna takiego padnie na odzież, przepali ją; drewnko, zanurzone w wapno, polane wodą, zwęgla się. (*Nauczyciel winien w obecno-*



ści uczniów, z zachowaniem ostrożności, oblać na porcelanowej miseczce wodą mały kawałek wapna niegaszonego). Oblewanie niegaszonego wapna nazywamy gaszeniem albo lasowaniem wapna. Gdzie to można najczęściej zobaczyć, jak lasują wapno? (Przy murowaniu domów). Po pewnym czasie wapno, oblane wodą, stygnie i uspokaja się; takie wapno nazywamy wapnem gaszonym. Posiada ono już inne własności, niż wapno palone. Do czego używa się wapna gaszonego? (Do spajania cegieł przy murowaniu domów, do bielienia ścian w mieszkaniach, do tynkowania domów i ścian i t. d.). Do murowania, t. j. do spajania cegieł, używa się najczęściej wapna gaszonego, zmieszanego z piaskiem, — bo takie wapno z piaskiem, gdy wyschnie, mocniej cegły spaja. Wapno gaszone zmieszane z piaskiem nazywamy cementem. Gdy na gaszone wapno nalejemy dużo wody i dobrze rozrobimy, otrzymamy biały, mleczny płyn, który nazywamy mlekiem wapiennym (bielimy niem ściany). Jeżeli trochę tego mleka wapiennego wlejemy do dużej ilości wody, otrzymamy wodę czystą, bezbarwną, bo mała ilość wapna dobrze rozpuszcza się w wodzie, tak jak np. sól lub cukier. Taka czysta woda, zawierająca trochę wapna rozpuszczonego, nazywa się wodą wapienną. Do czego używa się wody wapiennej? (Używa się jej jako lekarstwa, przykładą się do ran i oparzelizn, czasem dodają jej do mleka, zwłaszcza dla dzieci). Wody wapiennej dostać można za kilka groszy w każdej aptece. Przypatrzcie się, jak ona wygląda (*nauczyciel pokazuje*); jest zupełnie podobna do czystej wody. Odstawmy ją na później.

Jakie jest jeszcze drugie ciało, znajdujące się w kredzie i wielu innych wapieniach, połączone z wapnem? (Kwas węglowy). O kwasie węglowym wiecie już, że to jest gaz bezbarwny i bezwonny, nie widzimy go więc, ani czujemy. Wiecie także, że ten gaz znajduje się również w wodzie sodowej; znajduje się on też w wodzie selcerskiej, w winie szampańskim, w porterze, w piwie i wogóle we wszystkich musujących napojach.

Ten sam gaz wydzielamy co chwila z siebie, gdy oddychamy. Jakim sposobem człowiek oddycha? (Wciąga w płuca powietrze i wydycha je ustami). Rzeczywiście, gdy oddychamy, wciągamy w siebie powietrze; lecz gdy wydychamy, nie wypuszczamy już z siebie powietrza, lecz inny gaz, który jest właśnie kwasem węglowym. Czy tylko człowiek oddy-

cha? Wszystkie zwierzęta, nawet rośliny, tak samo oddychają, wydzielając przytem z siebie ten sam gaz. Gaz ten znajduje się też w dymie, ulatującym z palącego się drzewa, w gazach z palącej się świecy lub nafty; znajduje się on w gazie oświetlającym, w którym, prócz kwasu węglowego — niepalącego się, znajdują się też i inne jeszcze gazy — palne; wreszcie kwas węglowy uchodzi jeszcze z ciał gnijących, a także wytwarza się w cieście, rosnącym pod wpływem drożdży, które rozdyma i upulchnia; wydobywa się z pleśniących soków owocowych i z innych ciał fermentujących. Gaz ten wydziela się z wielu ciał. Powtórzcie, z jakich? (Z ciał palących się, oddychających, gnijących i fermentujących, z musujących napojów, z wapieniaków, (prócz gipsu) fosforytów, wypalanych w ogniu lub oblewanych octem). W wielu miejscach wydobywa on się sam wprost z ziemi w postaci wyziewów. Powtórzcie, jakie własności ma kwas węglowy? Jest to gaz bezbarwny, bez smaku, bezwonny, niepalny).

Powiedziałem, że znajduje się np. w wodzie sodowej. Czy wiecie, jak się robi woda sodowa? Oblewają kredę kwaśnym płynem, tak, jak myśmy obleli kawałek jej na małej miseczce; lecz w fabrykach wody sodowej oblewają wielką ilość kredy w dużych naczyniach; z kredy wydziela się wtedy gaz. Jaki? Otóż ten gaz przeprowadzają rurą do innego naczynia, tak jakśmy przeprowadzali parę wodną lub gaz oświetlający z jednego naczynia do drugiego. W tem drugim naczyniu gaz ten oczyszczają i wtłaczają go maszynami do trzeciego naczynia, zamkniętego i zawierającego wodę; w wodzie kwas węglowy się rozpuszcza; taka woda (przekroplona) z kwasem węglowym nazywa się wodą sodową. Można ją zrobić innym sposobem: w jednej wodzie rozpuścić trochę sody, w drugiej rozpuścić kwaśny proszek i te dwie wody zlać z sobą i mieszać; soda, oblane kwaśnym płynem, także wydziela ten gaz.

Jeżeli do ciasta lub brzezki piwnej dodamy drożdży, to z niego również wydziela się ten sam gaz; powiadamy wtedy, że pokarm fermentuje. Drożdże składają się z bardzo drobnych, niewidzialnych gołym okiem istot, które w winie, piwie lub w cieście żyją, żywią się, oddychają i wydzielają przytem dużo kwasu węglowego. Pleśń, która, jak już wiemy, składa się także z bardzo drobnych grzybków, może również wydzielać z pokarmów ten gaz. Z tego powodu mamy



kwask węglowy w piwie i w winie szampańskim, bo w nich wytworzyły go drożdże. Sok malinowy np. lub inny, gdy pleśnieje, także wydziela kwas węglowy. Do czego jeszcze dodajemy drożdży? (Do ciasta, zarobionego z mąki i wody). Dlaczego dodajemy drożdży do ciasta? (Aby ciasto rosło). Dlaczego ono rośnie? Z ciasta wydzielają drożdże kwas węglowy, który, chcąc uciec, rozpycha ciasto w różnych kierunkach i dlatego pieczywo rośnie, jest dziurkowane i pulchne. Czemu jest lepsze pieczywo pulchne, niż zbite? Zbite, zakalcowate, trudno się trawi; w pulchne łatwo wsiąkają soki z naszego żołądka, gdy ciasto się tam dostanie, rozpuszczają je i trawią. Kwas węglowy jest więc bardzo ważnym i częstym ciałem.

Pozналиśmy teraz bliżej te dwa ciała, wchodzące w skład kredy: wapno i kwas węglowy. Jeżeli kreda składa się z tych dwóch ciał, to i naodwrot, gdybyśmy te dwa ciała złączyli z sobą, powinniśmy otrzymać znowu kredę. Pokazałem wam poprzednio wodę wapienną, w której znajduje się trochę rozpuszczonego wapna; wpuszcmy do niej kwas węglowy, a zobaczymy, co będzie. Lecz skąd go wziąć? Pomyslcie! Mamy go przecież w sobie. Powiedziałem, że go co chwila wydychamy z siebie. Otóż gdy przez rurkę szklaną wydychać będziemy ten gaz do szklaneczki z wodą wapienną, to napotka on w tej wodzie trochę wapna i złączy się z niem. Zrobmy to. (*Nauczyciel demonstruje*). Woda wapienna była zupełnie czysta, klarowna; widzicie, że gdy wdycham w nią kwas węglowy, woda wapienna mętnieje, bieleje, gdyż tworzy się w niej kreda, czy też inny wapniak. Przypatrzcie się, że w wodzie wapiennej utworzyły się teraz bardzo drobne, białe cząsteczki, pływające w wodzie, których przedtem nie było. Gdybyśmy teraz szklaneczkę na czas pewien odstawili, zobaczylibyśmy, że męty osiadą na dnie szklaneczki, woda się oczyści. Te męty, osiadłe na dnie — to biały proszek, podobny do proszku kredy.

Umiemy więc teraz rozłożyć kredę chemicznie na niepodobne do niej ciała i, odwrotnie, z tych ciał napowrót sztucznie ją wytworzyć.

Gdybyśmy do wody wapiennej wpuszcili czyste powietrze lub jakikolwiek inny gaz, woda nie zmętniałaby; zmętnieje tylko, gdy wpuszcimy gaz, wydychany z płuc, gaz, wydzielający się z ciał palących się lub gnijących, gaz z wody sodowej lub z wina szampańskiego, słowem, woda wapienna zmętnieje tylko od kwasu węglowego. Tym sposobem, gdy

mamy gaz bezbarwny i bezwonny, o którym nie wiemy, czy jest kwasem węglowym, czy np. czystym powietrzem lub innym gazem, możemy to zaraz poznać, wpuszcwszy go do wody wapiennej, gdyż tylko od jednego kwasu węglowego woda wapienna bieleje. Potrzymajmy chwil kilka odwróconą dnem do góry flaszeczkę nad płomieniem świecy, a następnie wlejmy do niej trochę wody wapiennej i skłóćmy. Co się stanie? Dlaczego woda wapienna zbielała? Co się wydzieli z płomienia świecy? Ponieważ kwas węglowy ciągle się wydziela ze wszystkich ciał oddychających, palących się, gnijących, fermentujących, a nawet wprost z ziemi, więc zawsze znajduje się go trochę w powietrzu. Jeżeli wapno wilgotne długo na powietrzu leży, łączy się ono z tym gazem, który zawsze jest w powietrzu — i tworzy twardy kamień, wapień. Tak wapno jak i cement, któremi są spojone cegły w ścianach domów, wiążą się ciągle na powietrzu z tym gazem; tym sposobem wapno między cegłami zamienia się w twardy, zbity kamień, który cegły jeszcze mocniej spaja.

Materiał, złożony z wapna, złączonego chemicznie z kwasem węglowym, nazywa się węglanem wapniowym. Gdyby drobne żyjątka morskie wytworzyły sobie z tego materiału muszelki, któreby następnie na dnie morza zbiły się w jedną masę, byłaby to kreda. Gdyby ten materiał wytworzył pod ciśnieniem morza drobne kryształki, złączone w twardy kamień, byłby to marmur. Bezkształtny węglan wapniowy lub złożony ze skośnych sześciątów nazywamy wapieniem, szpatem wapiennym lub kalcytem, a jeżeli jest przytem zupełnie czysty, bezbarwny i przezroczysty — szpatem islandzkim i t. d. Muszle ślimaków, ostryg i innych małży, skorupa jaj i wiele innych ciał utworzone są również z węglanu wapniowego.



## WYKŁAD XXX.

**Glina, jej własności. — W jaki sposób glina powstaje? — Kaolin, fajans, glina garncarska; ogniotrwała, foluszowa, łupek szyfrowy; ochra, bol, lubryka.**

Wymieńcie, jakie jeszcze inne ciała znajdujemy często w ziemi, prócz tych, które dotąd poznaliśmy? (Piasek, glina, czarna ziemia, metale). Te ciała warte są także poznania. Zajmiemy się dziś gliną. Jak w ziemi znajduje się glina? (Pokładami). Gdzie leżą pokłady gliny? na powierzchni czy w głębi ziemi? (Na powierzchni lub w niewielkiej głębokości). Czy w naszej okolicy znajdują się pokłady gliny? (Tak). — Glina jest bardzo powszedniem ciałem, wszędzie ją prawie znajdujemy. — Jakiej barwy jest glina? Glina bywa rozmaitych barw: żółtej, szarej, zielonawej, czerwonej, białej, co pochodzi od różnych domieszek, które się do niej z ziemi przyłączają; właściwy kolor gliny jest biały. Glina sucha silnie przylega do języka i ma swój właściwy zapach. Glina z wodą daje się łatwo ugniatać i można jej nadawać różne kształty, których potem nie zmienia. Jak się takie ciała nazywają? (Plastyczne). Jakie znacie jeszcze inne ciało plastyczne? (Gips). Glina może przyjąć w siebie znaczną ilość wody; od tego bardzo się powiększa, lecz woda przez nią nie przecieka. — Wyłożmy dwa lejki szarą bibułą, do jednego nasypmy piasku, do drugiego włożmy gliny i oblewajmy oba ciała wodą, — zobaczycie, jak prędko woda przecieka przez piasek i spływa z lejka, podczas gdy w glinę wsiąka, w niej się zatrzymuje i z lejka nie wycieka. Z tego powodu okolice gliniaste są błotniste i mają wiele jezior, bo wody nie mogą przez glinę wsiąknąć głębiej w ziemię.

Dziwnem może się wam wyda, że glina była niegdyś kamieniem twardym, który rozkruszył się, zwietrzał i zamienił się w glinę. Ten kamień już znacie, to szpat polny czyli skałań. — Co pamiętacie o szpacie polnym? Jakiego bywa koloru? Jakiej twardości? Gdzie go można znaleźć? W jakich kamieniach złożonych znajduje się szpat polny? Czy więc dużo jest szpatu polnego na ziemi i w ziemi? — [Jakie jeszcze znajdują się kamienie w granicie i gnejsie?] — Otóż ten szpat polny jest kamieniem bardzo nietrwałym; na powietrzu prędko kruszy się, zamienia się w proszek nawet do niego niepodobny; powiadamy wów-

czas, że kamień wietrzeje. Wygląda to tak, jakby kamień gnił; kwarc i mika mogą się także rozkruszyć, ale się przytem nie zmieniają, rozpadają się tylko na mniejsze ziarna tego kwarcu lub miki; szpat polny zaś, gdy się sam na powietrzu rozpada, czyli gdy wietrzeje, zmienia się zupełnie, staje się gliną. Tak więc powierzchnia każdego kawałka szpatu polnego, który długo na powierzchni leży, wietrzeje i zamienia się w glinę. Woda deszczowa, strumyki, rzeki, zmywają ciągle tę glinę ze szpatu polnego i unoszą ją z sobą; tak oczyszczona powierzchnia szpatu znów wietrzeje i zamienia się w glinę, a tę woda zmywa. Tym sposobem każdy kawałek szpatu polnego ciągle się zmniejsza. Woda, ściekająca z różnych stron, przynosi z sobą glinę, która wreszcie w spokojnej wodzie, w morzu, w jeziorach, opada na dno. Tak tworzy się pokład gliny.

Na to, aby szpat polny zwietrzał zupełnie, trzeba bardzo długiego czasu; z tego powodu w niektórych glinach mamy szpat polny rozkruszany i sproszkowany, lecz jeszcze niezupełnie zwietrzały, w innych glinach mamy szpat bardziej zwietrzały; w jeszcze innych zupełnie zwietrzały. Stąd pochodzą różne gatunki gliny. Zupełnie czysta glina rzadko się zdarza, w jednych miejscach zmieszana jest z czarną ziemią i nabiera od niej szarego koloru, w innych znowu miejscach miesza się z nią w ziemi rdza żelazna, od której glina nabiera czerwonej barwy i t. d. W różnych więc miejscach mamy glinę różnych gatunków.

Z najlepszej, najczystszej gliny robią porcelanę; taka glina jest śnieżnej białości, podobna do czystej, miękkiej kredy i nazywa się kaolinem, albo gliną porcelanową. Najśłynniejsze kopalnie gliny porcelanowej i wyroby porcelanowe są chińskie i japońskie. — Znana jest także porcelana sewrska (fabryka w Sèvres pod Paryżem) i saska. — Glina porcelanowa znajduje się też i w innych krajach, a u nas w Radomskim w okolicach Ćmielowa i Iłży, a także w Kieleckiem w okolicach Daleszyc. Zaznaczcie na waszych mapkach te miejscowości. — Nasza glina porcelanowa jest jednak gorszego gatunku i używa się tylko na wyroby fajansowe (fajans jest to gorsza porcelana). Porcelanę od fajansu najłatwiej odróżnić po tem, że porcelana prześwieca i jest przy uderzeniu dźwięczniejszą.

Z gorszych gatunków glin najpowszedniejszą jest t. zw. glina garncarska, która bywa różnych kolorów i z któ-



rej robią garnki, miski, doniczki i inne naczynia, a także cegły, dachówki, rury i t. p. Na cegły do pieców, na »brandmury« (wystające ponad dach ściany, chroniące od przedostania się pożaru z jednej części budowli do drugiej), na fajki i inne wyroby, które muszą mieć styczność z ogniem, używa się innego rodzaju gliny, wytrzymującej silne gorąco i nie topiącej się w niem, ani pękającej; taka glina nazywa się ogniotrwałą. Ta glina jest wytrzymałą na wodę i używa się na cegły do budowli podwodnych (fundamenty pod mosty), kanały miejskie i t. p.

Glina ma jeszcze tę własność, że wciąga w siebie tłuszcze, dlatego używają jej do wywabiania tłustych plam i do czyszczenia materij wełnianych i sukiennych. Najlepsza taka glina nazywa się gliną foluszową.

Dziwnem się wam pewnie wyda, że tabliczki szyfrowe są także robione z pewnego rodzaju gliny czarnej lub szarej, która ma tę własność, że łatwo łupie się na blaszki. Jakie znacie jeszcze kamienie, tak samo się łupiące? (Mika, gips, kamień litograficzny). Taką glinę nazywamy łupkiem szyfrowym; używają jej nie tylko na tabliczki do pisania, lecz i do pokrywania dachów. Szyferki czyli rysiki do pisania na tablicach szyfrowych i kredki czarne do rysowania (nie węgle) są innemi gatunkami łupku szyfrowego. Czy pamiętacie, dlaczego niektóre ciała nadają się do pisania, a inne nie? (*Nauczyciel winien przy wykładzie pokazać ważniejsze gatunki gliny, przynajmniej zwyczajną, czyli garncarską, porcelanową i łupek szyfrowy; nadto winien zwrócić uwagę uczniów na gmachy w mieście, kryte łupkiem szyfrowym*).

Na przerobie gliny, która, rozdrobiona i zaprawiona wodą, daje, jak wiecie, ciasto plastyczne, opiera się kilka gałęzi przemysłu, np. ceglarnictwo, przemysł ceramiczny, garncarstwo i t. p.), fabrykacja porcelany, wyroby kamienne t. zw. sztejnutowe i w. in. Nieraz gliny zawierają znaczną domieszkę rdzy żelaznej. Do takich należy np. t. zw. ochra, używana jako farba żółta i na żółte ołówki i t. p., bol, lubryka — gliny barwy czerwonej, zawierają bowiem bardzo wiele rdzy żelaznej; używamy je na ołówki czerwone. I w glinie zwyczajnej znajduje się domieszka rdzy żelaznej, ciemnej, która w ogniu dopiero czerwienieje; z tego powodu wyroby z takiej gliny po wypaleniu są czerwone (cegły, garnki, doniczki i t. p.

## W Y K Ł A D XXXI.

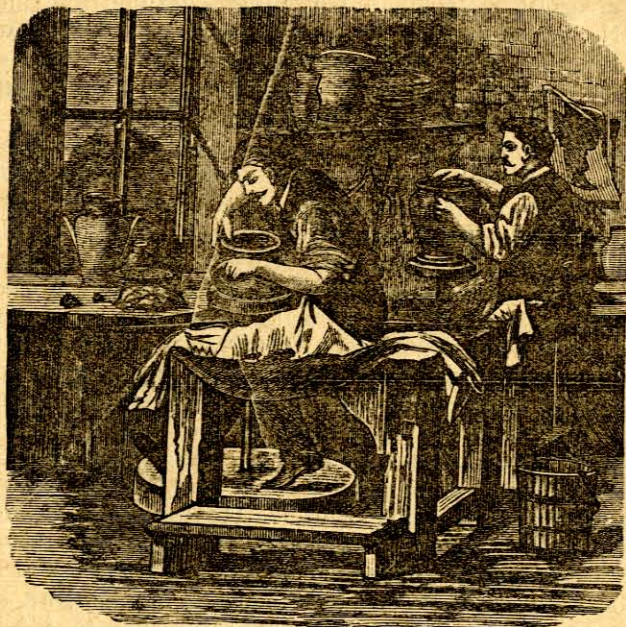
Jak się wyrabia cegła, garnki i inne wyroby gliniane. — Jak się tworzy piasek; grunty piaszczyste.

Jakim sposobem robi się ze zwyczajnej gliny cegłę? — Glinę wykopują w jesieni i pozostawiają na powietrzu do wiosny, aby przez zimę wsiąkała w nią woda i zamarzała, przez co glina staje się pulchniejszą i łatwiej daje się obrabiać. Na wiosnę mieszają ją z wodą i piaskiem i wygniatają, przyczem wyrzucają różne nieczystości. np. kamyki, gałązki i t. p. Następnie odrywają kawałki gliny i kładą je w drewniane formy w postaci skrzyneczek, u góry otwartych; kawałki te muszą być większe od formy, aby nie trzeba było jej dopełniać; forma ma wewnątrz kształt i wielkość cegły. Forma musi być przed włożeniem gliny zmoczona wodą i posypana piaskiem, aby glina nie przylgnęła do drewna. Gdy glinę już mocno w formy ubijają, wówczas wystającą z formy część gliny zgarniają deszczułą i przewracają formę dnem do góry nad deską posypaną piaskiem, aby uformowana glina wypadła z formy na tę deskę. Tym sposobem w jednej cegielni robią dziennie kilka tysięcy cegieł lub więcej, stosownie do ilości robotników. Wszystkie deski z ułożonemi na nich ceglami układają się, jako półki, w obszernych szopach, pokrytych tylko dachem, opartym na słupach, ale nie mających ścian, aby powietrze dobrze do cegieł dochodziło i suszyło je. Gdy cegły należyte wyschną, ustawia się je w piecach rzędami, tak że między niemi zostają wolne miejsca; następnie otwory pieca oblepia się gliną, pod ceglami rozpala się ogień, z początku słabszy, potem stopniowo silniejszy, a gdy cegły już się dobrze wypalą, robotnicy zmniejszają płomień powoli, wreszcie gaszą go i gdy piec ostygnie, wyjmują cegły gotowe. Kominy w takich piecach robią się bardzo wysokie, aby przeciąg powietrza był silny i płomień dobrze się rozpaliał. Gdzie widzieliście takie cegielnie?

Jak się robią naczynia gliniane, np. garnki, doniczki, formy do ciast, do głów cukrów i t. p.? Robotnik kładzie kawał gliny na okrągłym krążku, jakby na stole; do środka tego drewnianego krążka przytwierdzony jest drążek, zwrócony ku dołowi i przechodzący przez otwór, zrobiony w stole; a na drugim końcu tego drążka przytwierdzony jest znacznie



większy krąg. (*Nauczyciel objaśnia wykład rysunkiem na tablicy, według rys. 37*). Garncarz, siedząc przy tym warsztacie, obraca nogą dolny krążek, przez co obraca się i górny krążek z leżącą na nim gliną, którą przytrzymuje on z boków rękami, wskutek czego glina, obracając się między dwiema dłońmi, zaokrągla się i tworzy kształt walca; garncarz naciska wtedy dwoma wielkimi palcami z wierzchu środek walca, przy-



Rys. 37. Warsztat garncarski.

trzymując wciąż walec z boków dłońmi, i ciągle dalej krążek obraca. Tym sposobem tworzy się w walcu zagłębienie, które się wciąż powoli powiększa; ścianki tego zagłębienia pod naciskiem dłoni podnoszą się coraz bardziej w górę; robotnik rozsuwa stopniowo obydwa wielkie palce coraz dalej, przez co zagłębienie coraz się rozszerza. Wreszcie garncarz zagina brzeg garnka, odcina cały garnek od warsztatu drutem i odstawia go, aby wysechł, poczem dopiero

wykończa ostatecznie to naczynie; rączki czy uszka naczyń lepią się z gliny oddzielnie i potem przylepiają się rozrzedzoną gliną do naczynia. Niektóre wyroby, np. doniczki, formy do ciast, rury i t. p., wypalają się po wysuszeniu w piecach; a jeżeli chcemy, aby nie przepuszczały wody, należy je jeszcze pokryć polewą.

Czy pamiętacie, z czego robi się polewa na garnkach? — (Z soli). — Jakim sposobem? — Częściej jeszcze robią polewę ze szpatu polnego. Sproszkowany szpat polny wysypuje się do wody, wstawia się do takiej wody garnki lub inne gliniane naczynia, w które woda razem z proszkiem szpatu wsiąka; następnie naczynia wyjmują się, suszy i wypala ponownie w piecu, przyczem szpat polny stapia się z gliną naczynia na powierzchni tak, że tworzy nieprzemakalną polewę. — Dlaczego nie robi się polewy na doniczkach? Aby nadmiar wody, którą polewamy ziemię w doniczkach, mógł przesączać się, bo za wielka ilość wody jest dla roślin szkodliwą, w tym celu robi się też w dnie doniczki otwór; nadto przez niepolewaną doniczkę łatwiej dostaje się powietrze, potrzebne korzeniom.

Wiecie już, że glina tworzy się ze zwietrzałego szpatu polnego. — Jeżeli w granicie szpat polny zwietrzeje i zostanie uniesiony wodą, to co w granicie pozostanie? — Ziarna wszystkich trzech kamieni: kwarcu, szpatu polnego i miki, były w granicie razem z sobą spojone; gdy szpat polny, którego w granicie jest najwięcej, zostanie przez wodę wymyty, to ziarna kwarcu i miki rozpadają się. Tym sposobem kruszy się cały granit na drobne ziarna; lecz wiecie już, że ziarna kwarcu i miki nie zmieniają się przytem, tak jak szpat polny, — pozostają takimi, jakimi były, tylko się rozpadają. Te ziarna kwarcu i miki zostają także uniesione przez wodę; ziarna miki, jako lżejsze, unosi woda dalej, ziarna zaś kwarcu, jako cięższe, opadają prędzej na dno. Tym sposobem w jednym miejscu gromadzi się nieraz znaczny pokład ziarn kwarcu. Nazywamy je razem piaskiem. Możecie się przekonać, że ziarenka piasku mają tę samą twardość, co i ziarenka kwarcu; rzną szkło i stal angielską lub szpat polny, są tych samych barw, co kwarc i t. d. Wiecie więc już teraz, jakim sposobem tworzy się piasek. Gdyby szpat polny nie zamienił się w glinę, nie mógłby z granitu utworzyć się piasek. Tak to jedna rzecz jest zawsze z drugą związana — i gdy jedno zrozumiemy, zaraz to nam objaśnia i wiele innych



rzeczy. — Wiecie już, że granit znajduje się na ziemi w ogromnych ilościach, że tworzy całe, niezmierne pasma gór; nie więc dziwnego, że również w wielkich ilościach znajdujemy glinę i piasek. W piasku zwykle znajdują się blaszki miki i drobne ziarna szpatu polnego. — Skąd one się biorą? — Piasek bywa różnych barw. — Dlaczego? — Jakich barw bywa kwarc? — Co będzie, gdy na piasek nalejemy wody, czy przecieknie przez piasek, czy zatrzyma się w nim, jak w glinie? — Czy piasek tworzy z wodą ciasto, jak np. mąka, gips, glina? — Dlaczego nie tworzy? — Z tego powodu piasek nie może nawet być długo mokry, prędko schnie i grunty piaszczyste nigdy nie bywają błotniste, tak jak gliniaste.

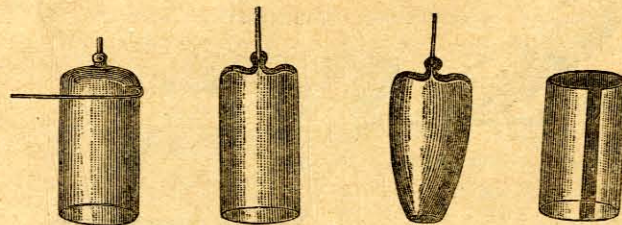
(Po streszczeniu niniejszego wykładu może nauczyciel zadać dla piśmiennych odpowiedzi tylko 3 pytania: 1) Z czego robią polewę na garnkach glinianych? 2) Z czego i jakim sposobem tworzy się piasek? Jakiemi bywają grunty piaszczyste i dlaczego? (Co zaś do sposobów wyrabiania cegły i naczyń z gliny, wystarczy, gdy je uczniowie na tej i na początku przyszłej lekcji tylko ustnie opowiedzą. Natomiast skrócić można z czasu i kazać uczniom przeczytać wszystkie podyktowane przez nauczyciela streszczenia wykładów, które, jeżeli były prowadzone w sposób na początku wskazany, winny złożyć systematyczny wykład, mogący służyć uczniom do powtarzania).

## W Y K Ł A D XXXII.

**Użytek z piasku. — Huty szklane; wyroby szklane. — Szkła powiększające. — Własności szkła, jego użytek i gatunki (szkło kryształowe, emalia, szkła barwne i t. d.). — Piaskowiec, opoka, ich zastosowanie. — Pomniki i budowle z piaskowca.**

Jaki z piasku mamy użytek? — Używamy go do wysypywania dróg, podłóg, do szorowania, do suszenia wilgoci pisma; dodajemy go do gliny, przeznaczonej na wyroby ceglarskie i garncarskie, aby ją uczynić twardszą; dodajemy go do wapna, przeznaczonego do spajania cegły, aby mocniej cegłę trzymało. — Jak się nazywa takie wapno z piaskiem, używane do murowania? — (Cementem). — Więc i z piasku mamy różne korzyści. Ale największy użytek mamy z piasku, gdy go stapiamy z wapnem i sodą lub potażem w ogniu. Co wtedy otrzymujemy? — (Szkło). — Jak się nazywają fabryki, w których wytapiają szkło? (Huty szklane).

Jakim sposobem robią ze szkła szyby szklane? Robotnik macza długą na kilka stóp rurkę żelazną z drewnianą rączką i drewnianym na końcu rury munsztukiem, w szkło roztopionem, a gdy do rurki przylgnie już dostateczna ilość roztopionego szkła, wyjmuje rurkę i dmie ustami przez ten koniec rurki, który ma drewniany munsztuk. Takim sposobem wydyma na przeciwnym końcu pęcherz szklany, tak jak dzieci wydymają bańki mydlane. Obracając rurkę z pęcherzem szklanym w różne strony, podnosząc ją w górę, spuszczać na dół i dmąc ciągle, nadaje on pęcherzowi różne kształty (nauczyciel rysuje te kształty, według rys. 38, na tablicy), aż nareszcie nada mu kształt walca, pustego wewnątrz. Aby szkło na rurce przez ten czas nie ostygło, rozpala on je od czasu do czasu w piecu. Gdy walec będzie już miał dostateczną wiel-



Rys. 38. Kształty szkła podczas wydymania i po przecięciu.

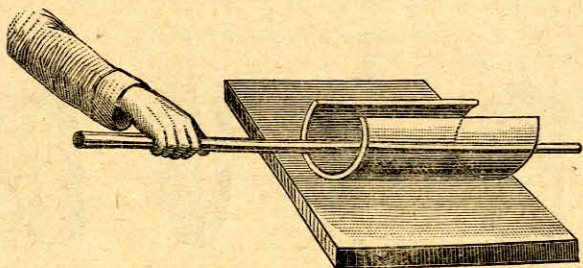
kość i ostygnie, odcina robotnik oba 'dna i przecina walec szklany wzdłuż, poczem kładzie go do innego rozpalonego pieca, gdzie szkło znów mięknie, i rozwałkowany w piecu walec szklany prętem żelaznym, oraz wygładza go tak długo, aż walec wyprostuje się i utworzy szybę (rys. 39). Wszystkie naczynia szklane robią się takim samym sposobem.

Często gdy trzeba na powierzchni naczynia szklanego dać wypukłe ozdoby, figurki lub też nadać jej gładkie, jakby szlifowane ścianki, jakie np. często widzimy w karafkach, wówczas trochę płynnego szkła wlewają w formy metalowe, mające na wewnętrznej stronie ścianki zagłębienia, odpowiednie żądanym figurkom, i, wstawiwszy do formy rurkę żelazną, dmuchają w to szkło płynne w formie dopóty, póki ono nie nabierze kształtu żądanego naczynia; łatwo się wtedy zdejmuje formę ze szkła, robią ją bowiem tak, aby



dała się rozebrać na kilka części. Wielkie naczynia szklane wydmuchują się obecnie zapomocą miechów.

Jakiego koloru jest szkło? — (Bezbarwne). — Gdybyśmy jednak kilka szyb szklanych złożyli razem, zobaczymy, że mają one razem kolor zielony. (*Można to uczniom pokazać, składając po kolei 2, 3, 4 i więcej kawałków szyby*). Ten sam kolor widzimy, gdy patrzymy na krawędź szyby z boku; ten sam kolor mają zwyczajne butelki i gorsze szkła. Szkło wydaje się tylko w cieńszej warstwie bezbarwnem; w grubszej widzimy, że ma odcień zielony. — Co wiecie o barwie szkła sproszkowanego? — Co wiecie o twardości szkła, czem je można rznąć? — (Diamentem, drogiemi kamieniami, kwarcem). — Jakie ciała z tych, które wypróbowaliśmy co do twardości, można rznąć szkłem? (Talk, gips, sól, krede, marmur,



Rys. 39.

wapień, mikię, węgiel kamienny, miedź, żelazo). — Cośmy mówili o sprężystości szkła, o jego połysku, przezroczystości? — Jaką własność ma szkło z obu stron wypukłe? A szkła wklęsłe? — Jakie szkła znajdują się w okularach, lornetkach i t. p. — Dlaczego przez karafkę z wodą wydają się nam przedmioty powiększonymi? Gdybyśmy zrobili szpilką dziurkę w karcie lub bilecie wizytowym i puscili na tę dziurkę kroplę wody, zobaczylibyśmy, patrząc przez kroplę, przedmioty powiększone. Z jakich ciał tworzymy szkło?

Wylizcie, co wyrabiają ze szkła? — (Różne naczynia: szklanki, karafki, flaszki, butelki, miseczki, kałamarze i t. p., lampy, cylindry do lamp, klosze, pryzmaty, rurki szklane, paciorki, zwierciadła, szkła do okularów, lornetek, lunet i t. p., zwłaszcza zaś szyby i w. in.). — Czasami widzimy szyby czerwone, niebieskie, zielone, żółte i innych barw; szkła można

nadawać kolory rozmaite, dodając do roztopionej masy szkła w piecu różne metale: miedź, żelazo i t. p. Jeżeli dodamy ołowiu, szkło nabiera silnego połysku i mieni się w barwach przy świetle, jak brylant; takie szkło nazywa się kryształowem i używa się na niektóre naczynia ozdobne, do wyrobu sztucznych brylantów i t. p. Jeżeli dodamy do takiego szkła cyny, staje się ono nieprzezroczystem i nazywa się wtedy emalją.

Ale wróćmy do piasku. W wielu miejscach piasek zmieszał się pod wodą z innymi ciałami, np. z gliną, z wapnem, kredą, rdzą żelazną, asfaltem i zlepil się z niemi w jedną mocno zbitą masę. Tym sposobem utworzył się kamień bardzo twardy, złożony z ziarn piasku. Taki kamień nazywamy piaskowcem. (*Kamień ten należy uczniom pokazać*). Piaskowce tworzą w ziemi ogromne pokłady, tworzą też nieraz całe góry i należą do kamieni najbardziej rozpowszechnionych. — Bywają one różnych kolorów; dlaczego? — Zależy to i od barwy piasku, i od barwy domieszki, łączącej jego ziarna. — Bywają też różnej twardości i kruchości; dlaczego? — Zależy to znów od twardości domieszki. — Zależnie od barwy i twardości, mamy różne gatunki piaskowców. Niektóre nadają się bardzo dobrze do budowli; stawiają z nich całe domy; z innych znowu robią kamienie młyńskie (żarna) do mielenia zboża na mąkę; z miękkich zaś piaskowców robią się kamienie do szlifowania noży (osełki) i t. d.; wogóle piaskowce są kamieniem bardzo pożytecznym. — Jest tych gatunków piaskowca bardzo wiele (przeszło sto); niektóre spotykają się obficie u nas i noszą różne nazwy (np. kamień szydłowiecki, qpoka i t. d.). Niektóre z naszych piaskowców nadają się do stawiania z nich budowli, pomników, nagrobków i t. d.; inne znów gatunki są zbyt kruche i prędko wietrzeją. — Jakie znacie jeszcze kamienie, nadające się na budowlę, pomniki i t. d.? (Granit, marmur).

W Królestwie mamy kilka miast, w których wszystkie domy wzniesione są z piaskowca, np. Pińczów, Busk, Szydłowiec i w. in. — Z pięknego bardzo piaskowca (kamienia szydłowieckiego) wystawiony jest w Warszawie pomnik Jana Sobieskiego w Łazienkach, rzeźby na pałacu Krasińskich, nagrobki na cmentarzu Powązkowskim, schody, filary i balkony w wielu nowych domach. — Czy wiecie, gdzie się znajduje miasto Puławy, w którym istnieje wyższy zakład naukowy rolniczy? — (Nad Wisłą, w województwie Lubelskiem). Nie-



daleko od tego miasta (w odległości 10 wiorst) jest miasteczko Kazimierz; na całej pięknej drodze do Kazimierza i jeszcze dalej za Kazimierzem, nad Wisłą, ciągnie się pasmo wzgórz, złożone z piaskowców, zmieszanych z kredą i wapnem; taki piaskowiec nazywa się opoką. Z tego kamienia wzniesiony był w Kazimierzu (jeszcze w XIV-ym wieku, przez Kazimierza W.) zamek, z którego teraz pozostały tylko ruiny: wieża i kilka ścian. Zamek ten przetrwał prawie sześć wieków. — Ale nie każdy piaskowiec jest tak trwały, a opoka jeszcze mniej, niż inne piaskowce. W całym prawie Lubelskiem i Radomskiem znajdują się obficie piaskowce. — Zaznaczcie sobie na swej mapce miasta: Szydłowiec i Kazimierz, jak zwykle kółeczkami i pierwszymi literami ich nazw, i napiszcie pomiędzy nimi i m. Chełmem wyraz: piaskowiec.

### W Y K Ł A D XXXIII.

**Próchnica. — Czarnoziem. — Rodzaje gruntów. — Oznaczenie ilości próchnicy w ziemi. — Palenie się ciał, gnicie i oddychanie.**

Gdy wyjdziemy w pole, na łąkę, do lasu lub do ogrodu, widzimy ziemię czarną. Czarna ziemia leży zawsze tylko na powierzchni, nigdy jej niema w głębi ziemi, nawet nie sięga głęboko; pod nią leży piasek i glina. Przypatrzcie się takiej ziemi, choćby w doniczce, — od razu zobaczycie, że się składa z czarnych grudek; a lepiej się przypatrzwszy, zobaczycie w niej i ziarenka piasku. Zwykle w ziemi takiej znajduje się i trochę gliny, wapieni i t. d. Czarną część tej ziemi, t. j. owe czarne grudki, nazywamy próchnicą. Jeżeli w jakiej ziemi znajduje się bardzo wiele piasku, a mało innych części, to taki grunt nazywamy piaszczystym. Ziemia zaś, w której znów będzie dużo gliny, a mało innych części, nazywa się gruntem gliniastym. A jeżeli mamy w ziemi dużo wapiennych części? — Grunt wapnisty. — A jeżeli jest dużo próchnicy? — Czarnoziem. W jakiej ziemi najlepiej rosną rośliny? — W czarnoziemiu. — Trawy, zboża, zioła, drzewa i inne rośliny wymagają koniecznie ziemi czarnej, na innej nie rosną; ważną więc jest rzeczą wiedzieć, czym jest ta ziemia czarna? — Przekonano się, że czarna część ziemi, czyli próchnica, składa się tylko z ciał gnijących. W ziemi gnią

ciągle różne ciała, np. korzonki zwiedłych traw i ziół, liście, które co jesień spadają w wielkiej ilości z drzew, przekwitłe i opadłe kwiaty. Muchy, komary, motyle, mrówki, osy i różne inne owady, a także robaki po śmierci padają na ziemię i gnią. Zwłaszcza w lesie ginie co rok mnóstwo takich istot, a nawet i daleko większych, np. myszy, szczury, krety, ptaki i wiele innych zwierząt. Wogóle wszystkie rośliny i wszystkie zwierzęta po śmierci gnią w ziemi; a także różne odpadki, t. j. to, co wyrzucamy z pokarmów, śmiecie i t. p. Gdy takie ciała gnią w ziemi, przedewszystkiem czernieją i stąd tworzy się próchnica. Czy widzieliście kiedy liście, które dawno opadły z drzewa i leżały przez czas długi na ziemi? — Są one zupełnie czarne, tak jakby się zwęgły, — bo też rzeczywiście zamieniają się na węgiel, tak jak drzewo ogrzewane zwęgla się bez płomienia. Ale drzewo ogrzewane zwęgla się prędko, a ciała gnijące na powietrzu zwęglają się powoli; potem powoli rozpadają się i kruszą.

W czarnej ziemi zawsze znaleźć można resztki korzonków, liści, owadów i t. p. ciał, niezupełnie jeszcze, albo zupełnie już zwęglonych. Wiecie, że takie ciała, jak: korzenie, liście, owady i t. p., w ogniu się palą; nie więc dziwnego, że gdy pomieszcimy trochę ziemi czarnej w ogniu, wówczas spala się ona tak, że pozostaje tylko trochę piasku i gliny, które zawsze znajdują się w czarnej ziemi obok próchnicy. (*Nauczyciel winienby wobec uczniów wypalić w płomieniu lampki spirytusowej szczyptę ziemi, trzymając ją np. na końcu starego noża*). — Gdybyśmy wzięli trochę ziemi czarnej i zważyli ją, następnie wypalili w niej całą próchnicę, t. j. wypalali ziemię tak długo, aż przestałaby się dymić i przestała być czarną, a pozostałe części niepalne znów zważyli, przekonalibyśmy się, że ziemia po wypaleniu waży mniej, niż przedtem; dlaczego? (Bo z ziemi ubyla próchnica). — Więc o ile ziemia po wypaleniu będzie ważyć mniej? — (O tyle, ile ważyła zawarta w niej próchnica). — Jeżeli więc chcemy wiedzieć, ile się w ziemi znajduje próchnicy, a ile innych części, to jak należy postąpić? — (Zważyć trochę ziemi, wypalić ją, i powtórnie zważyć, ten ostatni ciężar odjąć od pierwszego, a różnica wykaże ciężar próchnicy). Tym właśnie sposobem przekonano się, że zawsze w każdej ziemi czarnej jest więcej piasku i innych części, niż próchnicy. Im więcej jest próchnicy w ziemi, tem lepiej rosną w takiej ziemi trawy, zboża, zioła, krzaki, drzewa i t. p.



Powiedzieliśmy, że gdy ciała gnią w ziemi, wówczas czernieją, zwęglają się. — Kiedy jeszcze ciała zwęglają się? — (Gdy się palą). — (*Nauczyciel pokazuje zgniłe liście lub t. p. i opalone drzewienka*). Zwęglone, gnijące ciała rozpadają się, kruszą, tworząc próchnicę; a gdy zupełnie zgniją, pozostaje z nich tylko trochę popiołu i nic więcej. — Kiedy ciała zamieniają się jeszcze w popiół? — (Gdy się spala). — Więc gdy ciała gnią, to tak, jakby się spalały — zwęglają się i w końcu zamieniają w popiół. — Widzicie, że gnicie jest bardzo podobne do palenia. Lecz czymże gnicie różni się od palenia? — (Gdy się ciała palą — widzimy płomień, gdy gnią — niema płomienia). — Gnicie od palenia różni się jeszcze tem, że ciała palą się prędko, gnią zaś powoli, np. liść spali się na popiół w kilka chwil, lecz zanim w ziemi zgnije tak, że pozostanie tylko popiół, leżeć musi bardzo długo, rok, nieraz kilka lat, albo i więcej. — Jeżeli ciało jakieś spali się, pozostanie tylko trochę popiołu, gdzie się reszta podziała? — (*Uszła z dymem*). — Jaki gaz wychodzi z palącego się drzewa lub z palącej się świecy? — (*Kwas węglowy*). — Oprócz tego ulatują i inne gazy, a często cząstki niespalonego węgla czyli sadze, i dlatego dym jest ciemny. Ale z palącej się świecy lub z lampy nie wychodzi czarny dym; wychodzi on z nich chyba wtedy tylko, gdy lampa lub świeca kopei; czarny dym — to zawsze kopeć, sadze niezupełnie spalone, bo gdyby się spaliły, zamieniłyby się w kwas węglowy i inne bezbarwne gazy. W drzewie, w świecy, w nafcie znajduje się zawsze węgiel niewidzialny, bo złączony z innymi ciałami; gdy drzewo, świeca lub nafta palą się, wówczas zwęglają się, t. j. węgiel w nich ukryty występuje na jaw; jeżeli ten węgiel dalej się nie spali, to ulatuje jako kopeć drobnymi cząstkami — i wówczas mamy dym czarny; jeżeli zaś się zupełnie spala, wówczas zamienia się on na gaz: kwas węglowy.

Lampy i świece tak się robią, aby nie kopciły, t. j. aby te cząstki węgla w płomieniu dobrze się spaliły — i dlatego w płomieniu nafty lub świecy węgla tego nie widzimy, bo węgiel zaraz zamienia się na kwas węglowy, który ulatuje i jest niewidzialny, gdyż, jak wiecie, jest bezbarwny. Można się jednak łatwo przekonać, że w płomieniu świecy lub nafty zawsze znajdują się cząstki węgla. Przykryjcie ostrożnie spokojny płomień świecy kawałkiem twardego papieru lub spodkiem porcelanowym i wnet papier usunie, aby się nie

spalił, — zobaczycie na papierze obrączkę z kopcia czyli sadzy. (*Nauczyciel winien przed lekcją uprawić się nieco, aby to proste i łatwe doświadczenie wykonać mógł zręcznie*).

Widzimy więc, że choć świeca nie dymi, to jednak w płomieniu świecy znajdują się cząstki węgla, które się zaraz zamieniają w bezbarwny kwas węglowy. Tak samo jak drzewo, tak również nafta, olej lub świeca, paląc się, naprzód się zwęglają, a następnie węgiel zamienia się w ten gaz. — Z jakich ciał wychodzi jeszcze kwas węglowy? — (Z gnijących, oddychających i t. d.). Otóż mamy jeszcze jeden dowód, że gnicie jest podobne do palenia; tak gnijące, jak i palące się ciała zwęglają się, wydzielają kwas węglowy i zamieniają się w popiół. Jakim sposobem poznać można, że ten gaz, który z siebie wydychamy, jest kwasem węglowym? — (Woda wapienna od tego gazu bieleje). — Takim samym sposobem przekonać się można, że z płomienia świecy wychodzi również ten sam gaz. Jeżeli jeden koniec zgiętej rurki szklanej włożymy w płomień świecy, drugi zaś jej koniec w wodę wapienną, to gazy z płomienia przejdą rurką do naczynia z wodą wapienną, która od tego zbieleje; mamy w tem dowód, że z płomienia wydobywa się kwas węglowy. Poprzednio (wykł. XXIX) przekonaliśmy się o tem prostszym sposobem. Takim samym sposobem przekonano się, że i z ciał gnijących wydobywa się ten sam gaz.

#### W Y K Ł A D XXXIV.

Dalsze porównanie palenia, gnicia i oddychania. — Czem się karmią rośliny? — Co się w roślinach tworzy? — Wszystkie nasze pokarmy pochodzą z roślin. — Rozkład mąki na białko, krochmal, gumę i cukier.

Prócz kwasu węglowego wydychamy z siebie jeszcze inne ciało. — Co wydobywa się z ust naszych zimą na mrozie? — (Para wodna). — Tak samo i zwierzęta wydzielają przy oddychaniu parę wodną. — Czy to tylko na mrozie wychodzi para? — Gdy trzymamy latem przed ustami chłodny przedmiot, np. szkło, talerz, deseczkę politurowaną lub kawałek żelaza albo inne ciało, widzimy, jak one pokrywają się mgłą; jest to para wodna, wychodząca z ust naszych. Chuchnijcie



latem czy zimą w ciepłym pokoju na jakikolwiek przedmiot chłodny, zobaczycie, że osiada na nim para wodna. Więc zawsze, tak latem, jak i zimą, wychodzi przy oddychaniu, prócz kwasu węglowego, jeszcze i para wodna; w cieple nie widzimy jej, bo czysta ciepła para nigdy nie jest widoczną; parę wtedy dopiero zobaczyć można, gdy ona ochładza się i zamienia w kropelki wody. Na mrozie widzimy ją dlatego, że już w ustach od zimna stygnie i staje się wodą. Z płomienia świecy również wychodzi woda; wyda się to wam dziwnem, ale można się o tem łatwo przekonać. Potrzymajcie chłodną szklankę odwróconą dnem do góry nad płomieniem świecy; zobaczycie, że pokryje się mgłą; a gdyby ją długo trzymać i ciągle ochładzać, zebraloby się na jej ściankach tyle pary wodnej, że ta zaczęłaby ściekać kropkami ze szklanki i możnaby zebrać dużo czystej wody z płomienia, podstawivszy jakieś naczynie pod ściekające ze szklanki krople. Przekonano się, że z ciał gnijących również wychodzi para wodna.

Powtórzcie więc, jakie gazy wydobywają się z ciał palących się, oddychających i gnijących? (Kwas węglowy i para wodna). — Gdy drzewo, trawa, słoma, zwierzęta i t. p. ciała palą się, oddychają lub gnią, rozpadają się one na trzy ciała: kwas węglowy, parę wodną i popiół.

Przy paleniu, oddychaniu i gniciu ciała wydają ciepło; ciała palące się wydają gorący i świecący płomień; oddychające dają mniejsze ciepło, bez płomienia, bo ciepło naszego ciała powstaje wskutek oddychania, a ciała gnijące prawie wcale ciepła nie wydają. Gdy jednak mamy dużo ciał gnijących razem, wówczas zauważyć można, że wydają znaczne ciepło, choć mniejsze, niż przy paleniu lub oddychaniu; kupa śmieci jest zawsze ciepła, a niekiedy sama z siebie się zapala. Tak samo często zapalają się same na polu wilgotne stogi siana, gdy od wilgoci gnić zaczęły i dlatego, gdy deszcz siano zmoczy, ludzie rozrzucają stogi, aby ciepło swobodnie wyszło i siano gnić nie zaczęło.

Powtórzcie raz jeszcze, jakie zachodzi podobieństwo między paleniem, gniciem i oddychaniem? (Zwęglenie, ciepło i wydzielanie kwasu węglowego, pary wodnej i popiołu). — Jaka jest różnica pomiędzy paleniem, oddychaniem i gniciem? (Ciała palące się wydają płomień świecący i gorący i zmieniają się szybko; oddychające wydają mniejsze ciepło, bez płomienia, i zmieniają się wolniej; gnijące wydają jeszcze

mniej ciepła, również bez płomienia, i zmieniają się jeszcze wolniej). — Oddychanie i gnienie można więc uważać za bardzo powolne palenie się, bez płomienia; możnaby powiedzieć, że ciała oddychające i gnijące tlą się tylko.

Widzicie z tego także, że ciała, gdy się palą lub gnią, wówczas nie znikają, lecz rozpadają się na inne ciała, na niewidzialne gazy i popiół. Gdyby zważyć kawałek drzewa lub świecy, potem spalić je, zebrać gazy, ulatujące przy paleniu, tak, jakśmy dawniej zebrali parę wodną lub gaz oświetlający, i zważyć te gazy razem z popiołem, przekonaliśmy się, że popiół i gazy, ulatujące z ciała palącego się, bynajmniej nie ważą razem mniej, niż ważyło to ciało przed spalaniem<sup>1)</sup>.

*(Poniższy ustęp przeznaczony dla uczniów starszych):*

[Widzieliśmy, że w czarnej ziemi zawsze znajduje się dużo ciał gniących; wyjaśniliśmy sobie, co to znaczy gnienie. — W każdej ziemi wiele ciał gniących od niedawna gnić zaczęły, zaledwie szczytniały; wiele innych jest zupełnie zwęglonych i rozkruszonych; a niektóre już zupełnie zgniły, tak że pozostało z nich tylko trochę popiołu. W czarnej ziemi znajduje się zawsze trochę popiołu. Zobaczmy teraz, dlaczego w czarnej ziemi dobrze rosną trawy, zboża, zioła, drzewa i t. p. Zdawałoby się, że rośliny żywią się tą ziemią czarną, jednakże tak nie jest, bo naprzód, jakimby sposobem czarne grudki ziemi mogły wejść do korzenia? — w korzeniach niema żadnych otworków; powtóre, próchnica nie rozpuszcza się w wodzie, nie może więc w korzeń wsiąknąć, jak woda. Dalej, gdybyśmy wzięli trochę czarnoziem, wypalili go w ogniu, to już wiecie, że cała próchnica, t. j. czarna część ziemi, spali się i pozostanie tylko piasek z trochę gliny i popiołu; otóż w takiej wypalonej ziemi, w której już niema próchnicy, mogą jednak rośliny rosnąć, zwłaszcza jeżeli dodamy trochę saletry i amonjaku.

W czystym piasku i w glinie nie rosną rośliny; ale jeżeli w piasku lub glinie jest trochę popiołu, wówczas rośliny w nich żyć mogą; widocznie więc nie sama próchnica, lecz tylko ten popiół, pozostający, gdy próchnica zgnije, musi być

<sup>1)</sup> W rzeczywistości ważą nawet więcej, gdyż ciało w chwili spalania się łączy się chemicznie z pewnym gazem, wchodzącym w skład powietrza (tlenem), lecz w tę sprawę obecnie wdawać się nie mamy potrzeby.



głównym pokarmem roślin. Przekonano się, że jeżeli trochę popiołu rozpuścić w wodzie, lub rozsypać go w piasku, lub w trocinach, albo w tłuczonem szkłe, to w takiej wodzie, lub w takim piasku, w trocinach lub w mialkiem szkłe, do których popiołu dodano, można zasadzić rośliny, a wyrosną tak, jak w najlepszym czarnoziemie, — jeżeli, ma się rozumieć, polewać je będziemy wodą. Nie trzeba im tylko dawać za dużo popiołu, gdyż wtedy miałyby pokarm za gęsty i nie rosłyby. Więc próchnica, czy czarnoziem, jest tylko dlatego najlepszym dla roślin gruntem, że w nim znajduje się zawsze trochę popiołu, a popiół stanowi właśnie pokarm dla wszystkich traw, ziół, drzew i innych roślin. Trochę tego popiołu rozpuszcza się w wodzie deszczowej i wraz z nią wsiąka do korzonków roślin, napełnia je, wstępuje w łodygi, podnosi się w nich, rozchodzi po gałęziach i gałązkach i wchodzi w liście.

Ale to jeszcze nie koniec! Pod drobnowidzem można dojrzeć w liściu małe otworki, które nazwano szparkami, przez które wchodzi wciąż do liścia powietrze. — Pamiętajcie, że w powietrzu zawsze znajduje się trochę kwasu węglowego, bo on ciągle wydziela się z ciał palących się, gnijących, oddychających, fermentujących, a nawet wydziela się wprost z ziemi. Otóż gdy kwas węglowy wejdzie z powietrzem przez te szparki do liścia, spotyka się on tam z tą wodą i popiołem, które do liścia przyszły z ziemi przez korzeń, i łączy się z niemi. Zauważcie, że kwas węglowy nie miesza się z wodą i popiołem, lecz łączy się z niemi tak silnie, jak np. łączy się on z wapnem, gdy tworzy kredę lub wapień, — albo tak, jak np. piasek może się złączyć z sodą i wapnem i utworzyć zupełnie nowe ciało, szkło, — lub tak, jak np. są złączone w drzewie węgiel, smoła i gaz oświetlający. — Co powiadamy o ciałach, złączonych z sobą tak silnie, że tworzą zupełnie nowe ciało, w którym już nie można odróżnić tych ciał, które się złączyły? (Że są związane chemicznie). — Otóż tak samo i kwas węglowy łączy się w liściu z wodą i popiołem chemicznie, t. j. tak silnie, że tworzy zupełnie nowe ciała, niepodobne ani do kwasu węglowego, ani do wody, ani do popiołu. — To, co z tego połączenia się kwasu węglowego, wody i popiołu się tworzy, jest to: białko, krochmal, guma i cukier. W liściu więc tworzy się białko, krochmal, guma i cukier — i te ciała są dopiero prawdziwym pokarmem dla rośliny. Te ciała ulegają

w roślinie zmianom i rozpuszczają się w wodzie, która jeszcze w liściu pozostała, a ściekając napowrót z liścia do łodygi, do korzenia, do kwiatów, rozchodzą się po całej roślinie i odżywiają ją. Tak karmi się roślina.

Dlatego to nie może być nigdy dużo kwasu węglowego w powietrzu, choć on się ciągle wydziela ze wszystkich kominów, ze zwierząt, z ciał gnijących i t. p. — bo rośliny zabierają go dla siebie na pokarm i tworzą sobie z niego i z wody z popiołem białko, krochmal, gumę i cukier. Gdyby w powietrzu zebrało się dużo kwasu węglowego, to takim powietrzem nieczystym nie moglibyśmy oddychać, byłoby ono bardzo niezdrowe; rośliny więc przynoszą nam wielki pożytek, zabierając ten kwas węglowy i oczyszczając powietrze. Prócz tego przynoszą one nam pożytek i dlatego, że wytwarzają w sobie: białko, krochmal, gumę i cukier, — bo te ciała są bardzo pożywne nie tylko dla roślin, lecz również dla ludzi i zwierząt. We wszystkich naszych pokarmach zawsze znajdują się takie ciała — i tylko te pokarmy są pożywne, w których one się znajdują. Dlatego zwierzęta żyć mogą, karmiąc się trawą i ziołami, — bo zjadając rośliny, zabierają im białko, krochmal i cukier. Ludzie znów zabierają to białko, krochmal i cukier zwierzętom i roślinom, gdy się karmią mięsem lub chlebem, albo innemi roślinami. Mięso człowieka, wołu, kury i wszystkich zwierząt zawiera w sobie białko, ale to białko pochodzi z roślin, choć zwykle w roślinach jest niewidoczne. Bez roślin przeto nie mogłyby istnieć ani zwierzęta, ani ludzie.

Jakie są nasze najważniejsze pokarmy? — (Chleb i mięso). — Z czego się robi chleb? — (Z mąki). — Z czego się robi mąka? — (Z ziarn zboża). — A więc jest to zmielona roślina. — Jakiej barwy jest mąka? — (Białej). — Jest ona dlatego biała, że zawiera w sobie dużo krochmalu. — W mące znajduje się też białko, guma i cukier. Można się o tem przekonać łatwo, gdy trochę mąki rozmieszcimy w wodzie i odstawimy tę wodę, aby się odstała; gdy mąka opadnie na dno naczynia (opada tylko krochmal), nad nią stać będzie znów czysta woda; zlejmy tę czystą wodę do innego naczynia i zagotujmy. Zobaczycie, że tworzą się w niej wtedy białe płatki, podobne do ściętego białka, które przedtem były widocznie rozpuszczone w zimnej wodzie. Wiemy już, że istnieje tylko jedno ciało, które w zimnej wodzie się rozpuszcza, a w gorącej się ścina; jakie? — (Białko). — Więc te białe płatki to



białko, wydobyte z mąki. — Zbierzmy je łyżeczką i odrzućmy, pozostanie znów czysta woda. Podgotujmy jeszcze trochę tę wodę — nie zmienia się już wcale. Wlejmy teraz do niej mocnego spirytusu, a znów zjawia się biało-żółte płatki. Skąd one się wzięły? — Widocznie były przedtem rozpuszczone w wodzie z mąki i zostawały rozpuszczone w zimnej i w gorącej wodzie; dopiero spirytus je ściał. — Wiemy już, jakie to ciało może być rozpuszczone w wodzie zimnej i gorącej, a w spirytusie się ścina? — (Guma). — Gdybyśmy znów zgarnęli te płatki gumy i wygotowali wodę do ostatka, to na dnie naczynia pozostałoby troszeczkę cukru. Gdy całą wodę z osadu na dnie naczynia zlejemy i osad wysuszymy, otrzymamy krochmal. Tym sposobem można ze zboża i z każdej rośliny wydobyć po kolei: białko, krochmal, gumę i cukier. — Powtórzcie więc, jakim sposobem odżywiają się rośliny? — Co one w sobie wytwarzają? — Dlaczego więc rośliny są pożyteczne? — (Oczyszczają powietrze i dostarczają pokarmu ludziom i zwierzętom). — Jakim sposobem można wydobyć z mąki i z innych roślin: białko, krochmal, gumę i cukier? — *(Całą część powyższą, objętą [ ], można bądź rozdzielić na dwa wykłady, bądź skrócić ją, bądź odpowiednio zmodyfikować, całkowicie pomijając, lub też rozwinąć, stosownie do stopnia rozwoju umysłowego uczniów i do zdolności przyswojenia jej sobie, jaką przy nauce okażą. Inne szczegóły, dotyczące odżywiania się roślin, należy odłożyć do wyższych kursów; zwłaszcza sprawę rozkładu dwutlenku węglowego na węgiel i tlen pod wpływem promieni słońca, radziłibyśmy w tym kursie pomijać).*

## W Y K Ł A D XXXV.

**Żelazo.** — Rudy żelazne. — Huty; wielkie piece. — Surowiec, żelazo kute, stal. — Znaczenie żelaza, jego własności. — Metale.

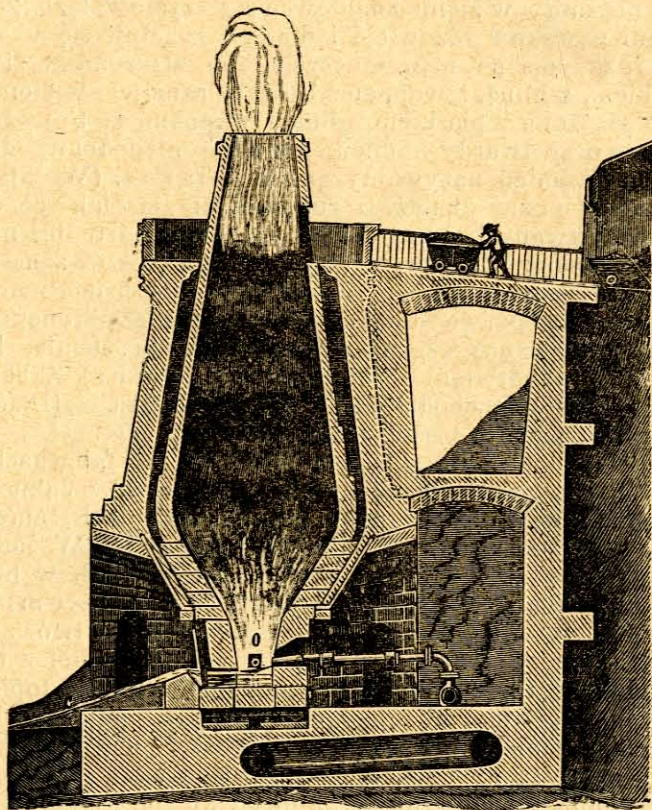
Poznaliśmy już wiele ciał, znajdujących się w ziemi: różne kamienie, sól, węgiel kamienny, piasek, glinę, ziemię czarną i inne; poznaliśmy, jak się one w ziemi znajdują, jak je wydobyć można, jak je rozpoznać i jaki z nich jest użytek dla ludzi, zwierząt i roślin. Ale w ziemi znajduje się jeszcze jeden szczególnie rodzaj ciał, które poznać musimy. — Z czego

robią się np. gwoździe, haki, obcęgi, kraty u okien i t. p. rzeczy? — (Z żelaza). — Skąd ludzie biorą żelazo? — (Z ziemi). — Czy można w ziemi znaleźć kawałek czystego żelaza? — Nigdy w ziemi nie znajduje się czyste żelazo; gdybyśmy np. włożyli kawałek żelaza do wilgotnej ziemi, co by się z nim stało po pewnym czasie? — (Zardzewiałoby). — Z tego powodu nie może w ziemi znajdować się czyste żelazo. Żelazo w ziemi nawskroś rdzewieje i dlatego znajduje się w ziemi tylko rdza żelazna i to nieczysta, bo złączona z ziemią, z piaskiem, z gliną, z wapnem. Rdza żelazna jest w ziemi tak mocno złączona z piaskiem, gliną i wapnem, że to wszystko razem tworzy twardy kamień, zupełnie niepodobny do żelaza; taki kamień nazywamy rudą żelazną. (W składach aptecznych można znaleźć z rud żelaza: żelaziak czerwony włóknisty, zwany hematytem; przypomnieć tu też należy gliny czerwone: bol, lubrykę (wykład XXX); przeważna część minerałów z zabarwieniem czerwonym lub brunatnym zawdzięcza swą barwę domieszcze żelaziaka czerwonego lub brunatnego; u nas często z tegoż powodu ziemia, błoto, woda mają zabarwienie rdzawe (ruda błotna). Zabarwienie krwi naszej pochodzi od zawartości żelaza. — (Dlatego glina po wypaleniu czerwienieje?)

Gdzie wydobywają żelazo z rudy? — (W fabrykach). — Takie fabryki nazywają się hutami żelaznemi. — Jakie jeszcze poznaliśmy huty? — (Szklane). — W hutach żelaznych są bardzo wielkie piece, w których topią rudę. W żadnych innych fabrykach niema tak wielkich pieców, jak w hutach żelaznych i dlatego te piece nazywają się wielkimi piecami (rys. 41). Do takich pieców wsypują przez otwór z góry naprzód węgiel, potem kawałki rudy (zmieszanej z t. zw. topnikami, t. j. kamieniami, które ułatwiają jej topienie), następnie znów węgiel, a na węgiel rudę (z topnikami) i t. d., ciągle naprzemian warstwami, aż się cały piec zapelni. Następnie podpalają węgle, leżące na spodzie, a gdy się rozpalą i płomień podniesie się w piecu ku górze, zapalają się od tego płomienia i górne warstwy węgla. Gdy się cały węgiel w piecu rozpali, to od tego gorąca ruda się topi i z niej wycieka żelazo, które, jako ciężkie, ścieka na dno pieca, a wszystkie domieszki, t. j. piasek, glina i wapno, które były w rudzie, wypływają, jako lżejsze, na wierzch, tak że przez otwór, zrobiony u dołu pieca, można wtedy wypuścić roztopione żelazo i odlać je w formy. To pierwsze żelazo,



wychodzące z pieca, nie jest jeszcze zupełnie czyste — jest jeszcze trochę zmieszane z piaskiem, gliną i wapnem, które się znajdowały w rudzie, a także z węglem, z którym się w piecu stopiło; żelazo to jest z tego powodu bardzo kruche i nietrwałe. Takie żelazo nazywa się surowcem albo że-



Rys. 41. Przecięcie wielkiego pieca w hucie żelaznej.

lazem lanem; jest ono zwykle barwy srebrzysto-białej lub szarej i używa się tylko na niektóre wyroby, niebardzo trwałe, np. na odlewy, podstawy do lamp, do maszyn, sztachety wokoło domów lub ogrodów, ogrodzenia do balkonów, rury

kotły, piece, kałamarze, lichtarze, przyciski i t. p. Surowiec można jeszcze oczyścić i uczynić go trwalszym, przetapiając go po raz drugi i kując go młotami. Otrzymujemy wówczas żelazo kute; takiego żelaza używa się na wyrób różnych części maszyn, na łańcuchy, kotwice, młoty, podkowy, zamki, klucze, szyny, druty i wogóle na takie przedmioty, które są często poruszane, uderzane, wstrząsane, a więc muszą być wytrzymałe. Najtrwalsze i najtwardsze żelazo nazywa się stalą, wyrabiają ją z żelaza lanego lub kutego, przetapiając w osobnych piecach. Najlepsza stal jest angielska. Jaki znacie kamień tak samo twardy, jak stal angielska? — (Szpat polny).

Jakie znacie wyroby ze stali? — (Noże, scyzoryki, brzytwy, nożyczki, piły, kosy, sierpy, szable, łyżwy, sprężyny zegarowe, igły, stalówki i t. p.). — A więc wogóle wszystkie narzędzia do krajania i przedmioty, które się często trą o inne, twarde ciała. Czasami robią takie narzędzia i z żelaza kutego, ale one prędko się ścierają, bo nie są tak twarde i trwałe, jak stalowe. Widzicie z tego, że stal nie jest osobnym metalem: jest tylko oczyszczonym żelazem. — W ziemi znajduje się tylko ruda żelazna, a z niej można zrobić różne rodzaje żelaza. — Ileż jest rodzajów żelaza? — (Trzy). — Jakie? — (Surowiec, żelazo kute, stal). — Czy żelazo jest ciałem potrzebnem dla ludzi? — Czy możnaby się obejść bez żelaza? — Dziś wszystkie najpotrzebniejsze rzeczy robimy zapomocą narzędzi żelaznych. Dzięki żelaznym pługom, bronom, kosom, sierpom, młockarniom, wialniom, młynom i t. d., mamy chleb; bez maszyn tkackich, nożyc, igieł nie mielibyśmy ubrania; bez siekiery, noża, piły, gwoździ, młota nie mielibyśmy ani mebli, ani mieszkań, ani wielu innych rzeczy. W dzisiejszych czasach wszystko wykonywamy zapomocą maszyn i narzędzi żelaznych lub stalowych. Żelazo więc jest ciałem bardzo pożytecznem.

Jakiej barwy jest żelazo? — (Szarej). — Jaki rodzaj żelaza ma najsilniejszy połysk? — (Stal). — Jak się taki połysk nazywa? — (Metaliczny). — Czy żelazo jest przezroczyste? — (Nie). — Czy ma smak i zapach? — (Nie). — Jaki wydaje dźwięk przy uderzeniu? — (Metaliczny). — Jaki rodzaj żelaza jest najbardziej sprężysty? — (Stal). — Czy żelazo rozpuszcza się w wodzie? — (Nie). — Czy pali się w ogniu? — (Nie). — Co się z niem staje w ogniu? — Rozpala się do czerwoności, potem do białości, wreszcie topi się i staje



się żelazem płynnem. — Czy żelazo jest dobrym, czy złym przewodnikiem ciepła? — (Dobrym). — Co to znaczy dobry przewodnik ciepła? — Jakim sposobem można się przekonać o tem, że żelazo jest dobrym przewodnikiem ciepła (*por. Wykład 15*). — W jakim celu rozpalają często żelazo do czerwoności? — (Aby się łatwiej dało kuć). — Gdzie to najczęściej robią? — (W kuźniach). — Co to znaczy, że żelazo daje się kuć? — (Pod uderzeniem młota spłaszcza się i zmienia kształt). — Z tego powodu powiadamy o żelazie, że jest kowalne albo klepalne. — Wyliczcie jeszcze kilka ciał, któreby miały połysk metaliczny, dźwięk metaliczny, były giętkie, topiły się w ogniu, były dobrymi przewodnikami ciepła i były kowalne. — (Miedź, cynk, cyna, ołów, złoto, srebro i t. p.). — Jak się wszystkie takie ciała nazywają? — Metale albo kruszce. — Dlaczego dajemy im jedną nazwę? — (Bo są do siebie podobne). — Wszystkie metale mają więc wiele cech wspólnych.

Powtórzcie, jakie są te cechy, wspólne wszystkim metalom? (Połysk i dźwięk metaliczny; sprężystość, kowalność, topliwość, dobre przewodnictwo ciepła). — Czy kamienie, ziemie, sól, węgiel kamienny i inne ciała mają te wszystkie cechy? — (Nie). — Więc metale są to jakby odrębne ciała, różne od innych ciał i tylko do siebie podobne. — Łączymy je przez to w jedną grupę i dajemy im ogólną nazwę. Ale czy wszystkie metale są zupełnie do siebie podobne? (Nie). — Czem różnią się rozmaite metale pomiędzy sobą? — (Barwą). — A połysk czy wszystkie mają jednakowy? — (Nie). — Najsilniejszy ma srebro, cyna, złoto. — Czy wszystkie wydają jednakowy dźwięk? — (Nie). — Czy wszystkie są jednakowo sprężyste, jednakowo twarde, jednakowo ciężkie, kowalne, topliwe i t. d.? — (Nie). — Więc choć wszystkie metale mają połysk, wydają dźwięk, są sprężyste, ciężkie, kowalne, topliwe i przeprowadzają dobrze ciepło, ale każdy metal ma te własności w innym stopniu. — Czy pamiętacie, jaki metal jest najbardziej sprężysty? — (Stal). — Czy pamiętacie, jaki metal najtrudniej się topi? — (Platyna). — A jaki jest najcięższy? — (Platyna). — A po niej jaki jest najcięższy? — (Złoto). — Ponieważ wszystkie metale dają się kuć i rozciągać, więc z każdego metalu można robić blachy i wyciągać druty. — (*Dzieci uważają zwykle »blachę« za osobny metal, co należy sprostować*). Najłatwiej daje się kuć i rozciągać złoto i srebro, gdyż te kruszce są wogóle bardzo miękkie. Dukat można rozkuć na tak cienką i wielką blachę złota, że zakrywa jeźdźca wraz

z koniem, wtedy jest prawie zupełnie przezroczystą — (papierki złote, używane przez intrologatorów i do pozłacania przedmiotów). Ołów i cyna są bardzo kowalne (papierki do owijania herbaty i t. p.), lecz wcale nie ciągliwe i dlatego nie można z nich robić drutów. Przeczytajcie sobie książeczkę Umińskiego: »O żelazie i pożytkach z niego«.

## W Y K Ł A D XXXVI.

**Metale rodzime.** — Platyna, złoto, srebro. — Próba złota i srebra. — Miedź, malachit, grynspan pobiała. — Aljaże. — Nikiel. — Ołów, cynk, cyna, galman. — Rteć, amalgamat

Mówiliśmy na zeszłej lekcji o żelazie i innych metalach. Powiedziałem, że żelazo nie spotyka się w ziemi czyste; są tylko kamienie, z których można żelazo wydobyć, czyli rudy żelazne. Tak samo nie znajdujemy w ziemi i innych metali czystych, z wyjątkiem platyny i złota. Złoto jakoteż i platyna znajdują się w ziemi w stanie czystym, czyli, jak powiadamy, w stanie rodzimym. Prócz tych dwóch metali niektóre inne znajdują się niekiedy w stanie rodzimym (np. srebro, miedź), lecz przeważnie znajdujemy je w postaci rudy. — Czy widzieliście kiedy zardzewiałe złoto? — Złoto i platyna nigdy nie rdzewieją i dlatego mogą leżeć w ziemi w stanie czystym. — Co wiecie o platynie z poprzednich lekcji? (Jest to metal rzadko używany, jest ciałem najcięższym ze wszystkich pospolitszych, najtrudniej topliwem, nie rdzewieje, więc znajduje się w ziemi w stanie rodzimym). — Do czego używa się złota? — (Na przedmioty ozdobne, na monety). — Czyste złoto jest bardzo miękkie i dlatego z czystego złota nie można wyrabiać przedmiotów, bo prędkoby się starły; do złota zwykle dodają trochę miedzi. — Na wyrobach złotych zazwyczaj wyciskają liczbę, która oznacza, ile czystego złota znajduje się w funcie czystego wyrobu. — Ile funt ma złotników? — (96). — Jeżeli więc w funcie wyrobu znajduje się np. 84 złotniki czystego złota, to ile dodano miedzi do tego funta? (96—84=12 złotników miedzi). — Na wyrobach z takiego złota wyciskają liczbę 84, co znaczy, że na funt wypada tylko 84 złotn. czystego złota, a resztę, t. j. 12 złotników, stanowi miedź. Ta liczba na-



zywa się próbą; powiadamy, że mamy złoto 84-ej próby. Tak samo musi być wypisana próba na przedmiotach srebrnych, bo srebro jest również tak miękkie, że trzeba dodać miedzi, aby można było wyrabiać twarde srebrne przedmioty. — Co wiecie dotąd o srebrze? — Zauważcie jeszcze, że srebro spotyka się w ziemi i w stanie rodzimym, tak jak złoto, i jako ruda.

Powiedzieliśmy, że do złotych i srebrnych wyrobów dodaje się zwykle miedzi. — Do czego jeszcze używa się miedzi? — (Monety, kotły, naczynia kuchenne, druty, blachy miedziane). — Miedź znajduje się czasami w ziemi w stanie rodzimym, ale najczęściej wydobywamy ją z pewnych kamieni, czyli z rud miedzianych. Tak jak rudy żelazne bywają zwykle czerwone, brunatne lub czarne, tak znowu rudy miedziane są najczęściej zielonego koloru. Często widzieć można różne wyroby z zielonego kamienia, zwanego malachitem; malachit, jak i wiele innych zielonych kamieni, jest rudą miedzianą; ale są i rudy miedziane czarne i innych barw. Z rudy miedzianej wytapia się miedź w sposób podobny, jak żelazo z rudy żelaznej. Jakiej barwy jest czysta miedź? — (Czerwonej). Jest to jedyny metal czerwony. Jaką ma twardość? — Dłaczego naczynia kuchenne miedziane muszą być wewnątrz bielone? — Bo potrawy, a zwłaszcza ocet i inne kwasy, tworzą na czystej miedzi zielony nalot, zwany śniedzią albo grynszpanem, który jest silną trucizną. — Z czego robią pobiałę na miedzianych naczyniach? — (Z cyny).

Miedź można stopić z innymi metalami i wówczas otrzymujemy nowe, sztuczne metale, czyli stopy, albo z francuska aljaże, których w ziemi nie ma. Tak np., miedź stopiona z cynkiem tworzy mosiądz lub tombak, zaleźnie od tego, czy weźmiemy więcej miedzi, czy cynku. Jakiej barwy jest mosiądz? Pokaż przedmioty mosiężne (klamki, palniki w lampach, samowary, lichtarze i t. p.). Ozdobniejsze przedmioty mosiężne, aby im nadać piękniejszą barwę srebrzystą i uchronić od śniedzenia, pokrywamy warstewką metalu niklu (niklowanie), zobacz np. zamki i klamki portmonetek, torebek, metaliczną część obsadek do piór i t. p. Miedź stopiona z cyną tworzy bronz, lub też spiż, przydatny do odlewania armat, posągów, dzwonów. Miedź, cynk i cyna, razem stopione, tworzą t. zw. nowe złoto (*talmigold*), a miedź, cynk i nikiel tworzą nowe srebro (*najzylber*). (*Skład stopów przytaczamy dla objaśnienia, lecz bynajmniej wymagać od*

*uczniów nie należy, aby istotnie zapamiętali, z jakich metali każdy aljaż się składa*).

Ołów, cynk, cyna nie znajdują się w ziemi w stanie rodzimym, lecz tworzą tylko rudy w różnych miejscowościach. W Polsce znane są kopalnie rudy cynkowej w okolicach Olkusza. Ruda cynkowa pod Olkuszem jest białego lub żółtego koloru i nazywa się galmanem. — Zaznaczcie sobie na swych mapkach miasto Olkusz — takim sposobem, jak inne miejscowości. — Jakiej barwy jest cynk? Do czego używa się cynku? (Robią zeń blachy do pokrycia dachów, do puszek blaszanych, naczyń kuchennych, wanien, kubłów, polewaczek, kwart, blaszanek, baniek do nafty, lejów i innych wyrobów blaszanych). Co wyrabiają z ołowiu? — (Kule, śrut, rury, plomby i t. p.). — A z cyny? — (Cynfolję do owijania herbaty, czekolady, mydła i t. p., pobiałę na naczyniach kuchennych miedzianych i żelaznych). Cyna i ołów są najmiększe i najłatwiej topliwe ze wszystkich pospolitych metali, używanych na wyroby. Ponieważ ołów znajduje się w farbach olejnych, w bielidłach i wielu rzeczach codziennego użytku, należy pamiętać, że jest on trucizną. Zauważcie, że, pomijając stopy miedzi i rozważając tylko metale naturalne, widzimy, iż wszystkie metale naturalne, zazwyczaj w praktyce stosowane, oprócz tylko złota (żółtego) i miedzi (czerwonej), mają zawsze jednakową barwę (białą), w różnych jednak odcieniach; porównaj barwę srebra, cyny, cynku, ołowiu, żelaza, platyny, niklu, rtęci, glinu (aluminum), odznaczającego się małym ciężarem.

Jakiemi ciałami są wszystkie metale: stałymi, ciekłymi czy lotnymi? — (Stałymi). — Jest tylko jeden metal płynny; czy nie domyślacie się, jaki? — Rtęć, czyli żywe srebro, albo merkurjusz. — A jakiej ona jest barwy? — Czystej rtęci używa się rzadko, potrzebna jest tylko do naukowych przyrządów (termometrów, barometrów) i na lekarstwa; jest silną trucizną. Rtęć, zmieszana z cyną, nazywa się amalgamatem. Tym amalgamatem pokrywają szyby szklane, aby z nich zrobić zwierciadła.



## WYKŁAD XXXVII.

**Podział ciał na naturalne i sztuczne. — Ciała sztuczne są to tylko zmienione ciała naturalne. — Podział ciał naturalnych na żywe i martwe. — Podział ciał żywych na zwierzęta i rośliny.**

Znamy już teraz najważniejsze ciała, znajdujące się w ziemi, a także i takie, które same nigdzie się nie tworzą, które są dziełem rąk ludzkich, np. szkło, żelazo i t. p. — Czy człowiek może wszystko sam zrobić? — Dajcie przykłady rzeczy, zrobionych przez ludzi. — (Stół, tablica, kałamarz, pióra, papier i w. in.). Dajcie przykłady ciał, które same się wytworzyły. (Kreda, marmur, kamienie, sól, glina, węgiel kamienny i t. p.). — Zapamiętajcie, że ciała, które same powstały, bez pomocy człowieka, nazywają się naturalnemi; takie zaś, które zrobił człowiek, nazywamy sztucznemi. — Z czego jest zrobiony stół? — Z drzewa. — A drzewo czy również człowiek robi? — Skąd ono się bierze? — (Samo rośnie). — Więc człowiek może zrobić różne przedmioty z drzewa, lecz samego drzewa stworzyć nie jest w stanie, musi je mieć już gotowe. Jakiem ciałem jest drzewo: naturalnem, czy sztucznem? — (Naturalnem). — Więc człowiek robi rzeczy sztuczne z naturalnych. — Z czego robi się chleb? — (Z mąki i wody). — A mąka? — (Ze zboża). — A zboże? — (Samo rośnie). — Mąkę robią ludzie; więc jest to ciało sztuczne, lecz robi się ono z ciała naturalnego: ze zboża. — Woda jest również ciałem naturalnem. Bez ciał naturalnych: zboża i wody, nie byłoby ciała sztucznego: chleba. Tak samo nie mielibyśmy żadnej rzeczy bez ciał naturalnych. — Z czego robi się cukier? — (Z buraków). W burakach cukier sam z siebie się znajduje, człowiek tylko wydobywa ten cukier z buraków, ale go sam nie wytwarza. — Tak samo nie może człowiek zrobić żelaza ani miedzi, — może je tylko wydobyć z rud, w których one już same się znajdują. Z czego robi się papier? — (Ze szmat). — A szmaty? — (Z płótna). — A płótno? (Ze lnu). — A len? — (Rośnie). Gdy weźmiemy jakąś rzecz sztuczną i pomyślimy, jak ją ludzie robią, — zawsze dojdziemy, że rzeczy sztuczne są zrobione z ciał naturalnych, bez których człowiek niczego nie jest w stanie dokonać. — Człowiek może tylko ciało naturalne wydobyć, oczyścić, nadać mu inny kształt, podzielić je na części, spoić z innymi ciałami i t. d., ale stworzyć na nowo niczego nie może. Każde ciało sztuczne jest więc także

naturalnem i dlatego musimy przedewszystkiem poznać dobrze ciała naturalne.

Przypatrzmy się teraz różnym ciałom naturalnym. Pozналиśmy już dobrze takie ciała naturalne, jak np. kamienie, marmur, kredę, glinę i t. p. Są jednak jeszcze inne ciała naturalne, jak np. człowiek, koń, ptak, ryba i t. p. — Jaka jest różnica pomiędzy jednymi i drugimi? — (Człowiek, zwierzęta — żyją, kamienie nie żyją). — Co musi człowiek lub zwierzę robić koniecznie, aby żyć? — (Karmić się, oddychać). — Ciała żywe nazywamy żywemi dlatego, że się żywią. Człowiek i zwierzęta odżywiają się, t. j. pobierają pokarm; kamień, marmur, kreda, sól nie żywią się, są ciałami niezżywemi, martwemi. — A drzewa np. czy pobierają pokarm? — A krzaki, zioła, trawy? — Drzewa, krzewy, zioła, trawy, zboże, grzyby, mchy i t. p. również odżywiają się. Wszystkie takie ciała, jak: drzewa, zioła, grzyby, mchy, kwiaty, pielegnowane po ogrodach lub domach, i wiele innych, które w ziemi lub w wodzie rosną, nazywamy razem roślinami. Już wiemy, że rośliny żywią się, są więc ciałami żywemi. Wszystkie przeto ciała naturalne na ziemi są dwóch rodzajów: 1) żywe, tak jak człowiek, zwierzęta, rośliny — i 2) martwe, takie jak kamienie, marmur, kreda, sól, żelazo, złoto i t. d. — Takie martwe ciała nazywamy inaczej minerałami. — Wszystko, co się znajduje samo z siebie w ziemi, jest minerałem. Ważniejsze minerały, znajdujące się w ziemi, już poznaliśmy. — Wyliczcie najważniejsze. — (Kamienie, sól, torf, węgiel brunatny i kamienny, wapniaki, ziemie, metale). — Wymieńcie kilka ciał żywych! — (*Dzieci zwykle wyliczają w następującym porządku: zwierzęta, ptaki, ryby — i na tem się najczęściej zatrzymują; pod wyrazem: »zwierzęta« rozumieją tylko ssące; nie należy spieszyć się ze sprostowaniem tej klasyfikacji. Jakkolwiek w dalszym ciągu staramy się pojęcie zwierząt uogólnić, to wszakże niezawsze się to udaje. Owad lub ślimak jest tak różnym od tego, co dziecko przywykło nazywać zwierzęciem, że nowe pojęcie niełatwo się utrwała, czem jednak zrażać się nie należy; uczniowie będą mieli możność oswojenia się z tem pojęciem w następnych kursach, zwłaszcza w kursie zoologii.*)

Wszystkie ciała żywe są podobne do siebie nie tylko pod tym względem, że wszystkie się odżywiają, lecz i pod tym, że wszystkie rosną do pewnego czasu, że wszystkie ciągle oddychają, wszystkie rodzą się, umierają. Tak człowiek, jak zwierzęta i rośliny rodzą się, żywią się, oddychają, rosną



i wreszcie żyć przestają. Jest jednak ważna różnica pomiędzy roślinami i innymi ciałami żywymi. — Jaka? — *(Dzieci zwykle ściśle odróżniają rośliny od innych istot żywych, i na pytanie: jaka między nimi zachodzi różnica?... odpowiadają, że człowiek i zwierzęta poruszają się i czują, rośliny nie ruszają się i nie czują. Należy na takie rozróżnianie zgodzić się i wstrzymać się w tym pierwszym kursie od wykazywania podobieństwa pomiędzy roślinami i zwierzętami i pod względem ruchu i czucia, pozostawiając tę kwestję do przyszłych lat).* — Człowiek i zwierzęta mogą przenosić się same z miejsca na miejsce i mają czucie, rośliny przeważnie rosną zwykle w jednym miejscu i nie czują, przynajmniej nie okazują czucia tak wyraźnie, jak zwierzęta. — Jakie jeszcze istoty poruszają się i czują? — (Ptaki, ryby). — A żaby, węże, żółwie? A ślimaki, pijawki, raki, muchy, pszczoły, motyle? *(Należy starać się, aby dzieci same wyliczyły, o ile możliwości, jak największą liczbę podobnych istot).* Nawet owe korzenionózki, o których dawniej mówiliśmy, i owe drobne istoty, widzialne pod mikroskopem w kropli wody, również poruszają się i czują. Wszystkie takie istoty poruszające się i czujące będziemy nazywali wogóle zwierzętami, — więc nie tylko takie istoty, jak koń, pies, kot, krowa i t. p., lecz i kury, gęsi, kaczki, wróble i wszystkie ptaki, wszystkie ryby, żaby, żółwie, węże, owady, robaki, ślimaki, korzenionózki i t. p. są także zwierzętami. W wodzie żyją jednak i takie drobne roślinki, które mogą się poruszać, a nawet odczuwają dotknięcie, zmianę ciepła, czy światła, działanie elektryczności, działanie kwasów i t. p., ale o tem dowiecie się szczegółowiej w następnych latach.

Wszystkie więc ciała żyjące można podzielić na dwie gromady: zwierzęta i rośliny.

Pomiędzy zwierzętami i roślinami zachodzi nie tylko ta różnica, że jedne czują i poruszają się, a drugie przeważnie nie, — lecz jeszcze i ta, że jedne używają innego pokarmu, aniżeli drugie. — Czem karmią się zwierzęta? — (Mięsem, trawą, owsem, ziarnami). — A rośliny? — (Ziemią, wodą). — Niedawno mówiliśmy o tem, jak się rośliny odżywiają, i widzieliśmy, że ziemia nie mogłaby wejść do korzenia, bo niema w nim ku temu żadnych otworów. Do korzenia może tylko wsiąknąć woda i to, co się z ziemi może w wodzie rozpuścić, t. j. popiół, pozostający po zgniciu ciał w ziemi. Przekonano się, że ten popiół składa się z samych ciał mineralnych i dlatego nie pali się. Więc rośliny pobierają, jako

pokarm, z ziemi tylko wodę i popiół, czyli wyłącznie ciała mineralne. Prócz tego jednak wiecie, że rośliny pobierają też pokarm liśćmi. — Jaki? — (Kwas węglowy). — Zwierzęta więc karmią się innymi zwierzętami i roślinami, czyli wogóle ciałami żyjącymi, — rośliny zaś pobierają tylko pokarm mineralny. *(Wiadomości o roślinach mięsożernych, a także o pasorzytach i saprofitach roślinnych, czyli pasorzytach, żyjących na tworach martwych, należy odłożyć do późniejszych wykładów).*

Zapamiętajcie więc, cośmy mówili o rodzajach ciał. Ciała, które się żywią pokarmem mineralnym, lecz przeważnie nie poruszają się ani czują, takie jak drzewa, krzaki, zioła, trawy, zboże, mchy, grzyby i t. p., nazywamy roślinami; takie zaś, które się żywią innymi ciałami żywymi, a zarazem się poruszają i czują, nazywamy zwierzętami, np. koń, krowa, pies, kot, wilk, małpa, ptaki, ryby, gady, ślimaki, owady i t. p.

Wszystkie ciała, które wogóle się żywią, a więc rośliny i zwierzęta razem, nazywamy ciałami żywymi lub istotami żyjącymi.

Ciała, które się nigdy nie żywią, nie oddychają, nie rodzą się i nie umierają, czyli ciała nieżyjące, nazywamy mineralami. Wszystkie ciała żyjące i minerały nazywamy razem ciałami naturalnymi. Jeżeli zaś ciału naturalnemu nada człowiek inny kształt, lub je inaczej obrobi, mamy ciało sztuczne.

## W Y K Ł A D XXXVIII.

Co to jest organ. — Ciało organiczne i nieorganiczne. — Wzrost ciał żywych. — Nauki przyrodnicze.

Powiedzieliśmy, że wszystkie ciała żyjące po pewnym czasie umierają. Jeżeli więc np. pies żyć przestanie, czy będzie przez to minerałem? — Jeżeli spojrzę na nieżyjące zwierzę lub na uschłą albo zwiedłą roślinę — czy mogę poznać, że to jest zwierzę albo roślina, a nie minerał? — Po czem to można poznać? — (Z kształtu, barwy i innych cech). — Gdybym wziął jakąś część zwierzęcia, np. głowę, serce, żołądek, łapę, skrzydło i t. p., czy mógłbym o jednej takiej części powiedzieć, że to jest zwierzę? — Czy mógłbym o uchu lub o łapie psa powiedzieć, że to jest pies? — Część zwierzęcia jest niepodobna do całego zwierzęcia, więc nie mogę o niej powiedzieć, że jest zwierzęciem. — Gdybym wziął część



rośliny, np. korzeń, czy mogę o niej powiedzieć, że jest rośliną? A np. jeden liść czy jest podobny do całego drzewa?

Więc tak zwierzęta, jak i rośliny są złożone z oddzielnych części, niepodobnych do całości. Zwierzęta np. mają głowę, nogi, ogon, reszta ciała nazywa się tułowiem; głowa znów jest złożona z osobnych części, np. oczy, nos, uszy i t. d.; w ciele zwierzęcem mamy skórę, kości, mięso, żołądek, kiszkę, serce i t. d. Takich części jest zawsze bardzo wiele u zwierząt, choć nie u wszystkich, — np. ślimaki mają tych części mniej, niż ryby; a ryby mniej, niż ptaki i t. d. Rośliny znów składają się z korzenia, łodygi, gałęzi, liści i t. d.

Każda taka część zwierzęcia lub rośliny spełnia jakąś czynność — np. korzeń u roślin służy do pobierania pokarmu, żołądek u zwierząt do trawienia, nogi do przenoszenia się z miejsca na miejsce i t. d. Każdą taką część nazywamy organem albo narządem; np. korzeń rośliny jest to organ czyli narząd, liść — również, żołądek u zwierząt nazywamy też organem, — serce, oko, ucho i t. d. są to także organy. Więc co to jest organ? — (Każda część rośliny lub zwierzęcia, wykonywająca jakąś czynność potrzebną do życia).

Czy i minerały składają się z organów? — Gdybym np. wziął kawałek kredy, czy mógłbym o tym kawałku powiedzieć, że to jest kreda? — Dlaczego mógłbym? — Czy mały kawałek kredy jest podobny do dużego? — Czy kawałek kamienia jest kamieniem? — Czy kawałek żelaza jest żelazem? — Gdybym wziął trochę wody, czy mógłbym powiedzieć, że to jest woda? — Więc minerały nie składają się z takich części niepodobnych do całego minerału? — Każda część minerału jest zupełnie podobna do reszty, z której została wzięta, i nie wykonywa żadnej czynności.

Minerały więc nie składają się z organów; organy mają tylko rośliny i zwierzęta.

Z tego powodu nazywamy rośliny i zwierzęta jeszcze: ciałami organizowanymi (*ustrojowymi*), a materję, z której się składają — organiczną; minerały zaś nieorganizowanymi (*nieustrojowymi*), z materji nieorganicznej. Lepiej nawet nazywać rośliny i zwierzęta ciałami organizowanymi, aniżeli żywymi, gdyż ciało żywe może przestać żyć, staje się nieżywym, ale nie przestaje składać się z organów, jest zawsze ciałem organicznym, chyba że całkowicie w ziemi zgnije. Gdybym znalazł tylko kawałek ciała organicznego, np. gałązkę, albo liść, głowę zwierzęcia, czy coś podobnego,

zawsze od razu poznam, że to jest ciało organizowane, chociaż już nie żyje i nie pobiera pokarmu, bo nawet taki kawałek składa się z różnych części.

Powtórzmy pokrótce, cośmy powiedzieli na ostatnich lekcjach. (*Nauczyciel zadaje pytania, na które składa się następująca odpowiedź*): Wszystkie ciała, które same powstały, nazywamy ciałami naturalnymi; zrobione zaś przez człowieka nazywają się sztucznymi. Naturalne ciała bywają albo żywe, albo martwe. Żywe żywią się, oddychają, rosną, umierają, składają się z oddzielnych części, spełniających pewne czynności, czyli z organów, i z tego powodu nazywają się ciałami organizowanymi albo ustrojowymi. — Ciała martwe nie żywią się, nie oddychają, nie rosną, nie umierają i nie mają organów, nazywamy je inaczej minerałami, albo ciałami kopalnymi, nieorganicznymi lub nieustrojowymi. Ciała organizowane, czyli żywe, dzielimy jeszcze na: zwierzęta i rośliny. Do pierwszych należą takie, które nie tylko się żywią, oddychają, rosną i umierają, lecz jeszcze poruszają się, czują i żywią się innymi zwierzętami lub roślinami. Pozostałe ciała żywe, nie posiadające większości tych cech, nazywamy roślinami.

Powiedzieliśmy, że ciała żywe różnią się od martwych tem między innymi, że ciała żywe rosną. Lecz dawniej widzieliśmy, że kawałek soli w roztworze solnym także się powiększa. Sól nie jest przecież ciałem żywym, — czyżby i minerały mogły rosnąć? Kawałek soli dlatego się w roztworze powiększa, że cząsteczki soli z roztworu przyczepiają się do jego powierzchni. — Czy roślina lub zwierzę także dlatego rosną, że do ich powierzchni przyczepiają się podobne do nich ciała? — Nie, rośliny i zwierzęta rosną, bo pobierają pokarm, który wcale nie jest podobny do ich ciała; pokarm ten nie przyczepia się do powierzchni, lecz wchodzi do wnętrza rośliny lub zwierzęcia i tam się dopiero przetwarza w ich ciało. — Rośliny i zwierzęta rosną więc od wnętrza i to tylko nazywamy wzrostem. — Minerały nigdy tak nie rosną.

Naukę o minerałach nazywamy mineralogją; naukę o roślinach nazywamy botaniką, a naukę o zwierzętach — zoologją. — Nauka o tem, jak różne pożyteczne przedmioty wyrabiać z ciał naturalnych, nazywa się technologją.

Przekonaliśmy się, jak ściśle te nauki są z sobą związane; nazywamy je wszystkie naukami przyrodniczymi; należą do nich jeszcze i inne.



Jakiem ciałem jest roślina? — Żywem, organizowanym. — A ciała, z których ona się składa: białko, krochmal, guma, cukier, olejki i t. p.? (p. wykład XXXIV). — To są ciała organiczne. — A jakim ciałem jest kamień, kreda, metal? — Mineralnem. — Jeżeli przeto teraz znów wrócę do pytania, które od tyłu lekcji wciąż powtarzam, nie doszedłszy jeszcze do całkowitego jego rozwiązania: czemu się różni kreda od krochmalu? — to jakabyście na to dziś nową odpowiedź znaleźli? — Kreda jest ciałem mineralnem, krochmal organicznem. — Tak, przyznajcie, że to jest różnica pierwszorzędnej wagi, na którą jednak odrazu nie wpadliśmy. Jest to przecież różnica tak ważna, że należałoby od niej zacząć, a nie od tego, że kreda jest biała i służy do pisania. Zaoszczędziłaby ona nawet nam opisywanie niektórych innych własności, jak np. tego, że krochmal się pali, a kreda nie, gdyż, wszystkie ciała, które wydobywamy z roślin lub zwierząt, z wyjątkiem popiołu, czyli wszystkie ciała organiczne, są palne. Aby jednak zrozumieć należyście tę różnicę, musieliśmy tyle poświęcić pracy. — Mógłbym was wprowadzić na pierwszej lekcji na nią naprowadzić, ale nie moglibyście tego zrozumieć tak dobrze, jak obecnie. Spodziewam się, że nie żałujecie czasu i trudu, poświęconego zbadaniu różnicy pomiędzy kredą a innemi ciałami, zbadaniu jej składu chemicznego, jej budowy mikroskopowej, jej pochodzenia, sposobu znajdowania się w ziemi, jej stanu skupienia, niepalności, nierozpuszczalności, ciężaru, twardości, barwy i innych własności. — Nie pożałujecie tej pracy choćby dlatego, że odtąd wszystko, na cokolwiek dokoła siebie patrzycie, rozumieć będziecie lepiej, niż przedtem.

### W Y K Ł A D XXXIX.

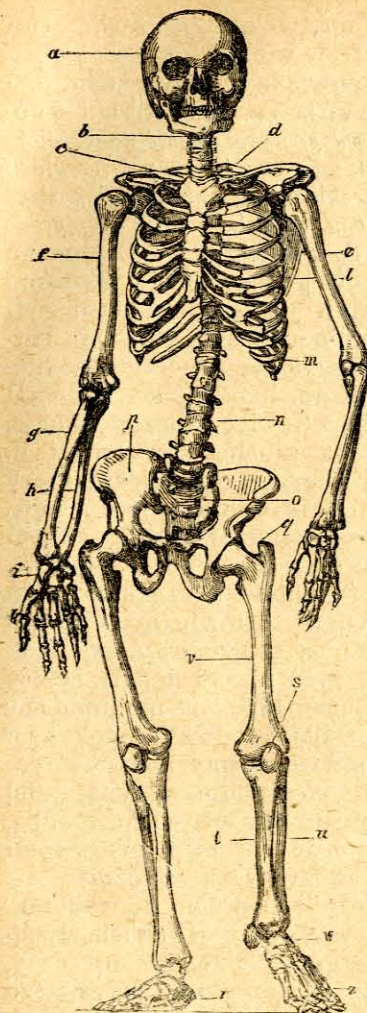
Trzy królestwa przyrody. — Człowiek i budowa jego ciała. — Zwierzęta kręgowie i bezkręgowie. — Podział kręgowych.

Wszystkie minerały są podobniejsze jedne do drugich, aniżeli do roślin lub zwierząt; rośliny zaś są wszystkie podobniejsze do siebie, aniżeli do minerałów lub zwierząt; zwierzęta mają znów wiele cech wspólnych i różnią się od minerałów i roślin. Innych ciał, jak minerały, rośliny i zwie-

rzęta, na ziemi niema; wszystko np., co nie jest rośliną lub zwierzęciem, jest minerałem. Te trzy wielkie grupy ciał nazywają często królestwami i powiadają, że na ziemi mamy królestwo minerałów, królestwo roślin i królestwo zwierząt. (*W tem miejscu spotyka zwykle nauczyciela zarzut ze strony uczniów, że jest jeszcze czwarta grupa, na którą składają się ludzie — lub, jeżeli uczniowie są już bardziej oświeceni, albo dawniej od innych osób o tem słyszeli, zadają sceptyczne pytanie: czemu człowieka zaliczono do zwierząt?*). — Człowieka zaliczamy do królestwa zwierzęcego, gdyż ma ciało tak samo zbudowane, jak zwierzęta, tak samo, jak one się karmi, oddycha, rośnie, starzeje się, umiera. Wprawdzie człowiek bardzo różni się od zwierząt, lecz i wszystkie zwierzęta pomiędzy sobą niemniej się różnią. Koń np. bardziej się różni od żaby, aniżeli człowiek od konia; jeżeli więc zaliczamy konia, mysz, ptaka, rybę, żabę, węża, raka, muchę, ślimaka i t. d. do zwierząt, to należy do nich zaliczyć i człowieka, który nie więcej się od tych istot różni, niż one pomiędzy sobą. Człowiek wyróżnia się z pomiędzy zwierząt mową, odznacza się szlachetnością uczuć i miłością do tego, co piękne, dobre i sprawiedliwe, zdolnością rozumowania i pojmowania tego, co go otacza. Dlatego stawiamy człowieka wyżej ponad wszystkie zwierzęta, ale budową swego ciała człowiek niebardzo się od innych zwierząt wyróżnia. Są ludzie żyjący w stanie dzikości, nie umiejący kochać bliźnich, nie umiejący zastanawiać się i myśleć; czy tacy ludzie nie są podobniejsi do zwierząt, aniżeli do ludzi? To, że jesteśmy pod pewnym względem do zwierząt podobni, nie powinno nam bynajmniej ubliżać. Przeciwnie, jest to najwyższą dla człowieka chlubą, że, pomimo tego podobieństwa, może się człowiek swemi uczuciami i myślami tak bardzo od zwierząt wyróżnić.

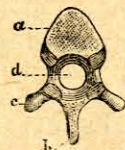
Powiedziałem, że ciało ludzkie jest podobne do zwierzęcego; naprzód, człowiek posiada tak samo, jak wiele zwierząt — głowę, a w niej różne organa, takie, jak np. oczy, uszy, nos, usta, zęby, język i t. d.; oprócz głowy ma jeszcze środkową część ciała, czyli tułów, jak i zwierzęta; a wreszcie z tułowia wychodzą u człowieka ręce i nogi, tak jak u zwierząt przednie i tylne łapy. Ręce i nogi lub łapy zwierzęce nazywamy kończynami. — Ale nie tylko zewnętrzne części u człowieka i zwierząt są podobne, lecz i cała wewnętrzna budowa. Wewnątrz ciała kota, psa, konia i wielu innych zwierząt znajdują się kości, które razem nazywamy





Rys. 43. Szkielet człowieka: *a*—czaszka, *b*—kręgi szyjowe, *c*—obojczyk, *d*—mostek, *e*—łopatka, *f*—ramię, *g*—kość promieniowa, *h*—kość łokciowa, *i*, *k*—kości ręki, *l*, *m*—żebra, *n*—kręgi krzyżowe, *o*—kość krzyżowa, *p*—miednica, *q*, *r*—kość biodrowa, *s*—kolano, *t*—kość piszczelowa, *u*—kość łydkowa, *w*, *z*—kości stopy.

szkieletem; wszystkie kości głowy nazywamy czaszką; wewnątrz czaszki u góry znajduje się miękka masa, czyli mózg, za pomocą którego zwierzę myśli i czuje. Czy i człowiek posiada wewnątrz ciała kości? — (Tak). Czy posiada czaszkę? (Tak). —

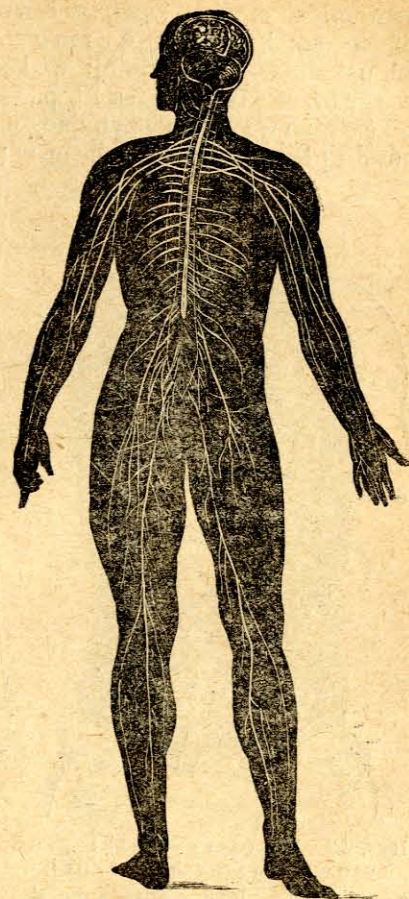


Rys. 42.

Czy w czaszce człowieka znajduje się również taki organ myśli i czucia, który nazywamy mózgiem? — (Tak). — Przez środek ciała zwierząt i ludzi przechodzi z tyłu szereg kosteczek, okrągłych jak obrączki, które nazywamy kręgami. Te kręgi możecie sobie w swem ciele namacać wzdłuż grzbietu. Człowiek ma takich kręgów 33; leżą one jeden na drugim, tak że tworzą jakby długi słup od samej czaszki przez

szyję, grzbiet i krzyż aż do końca tułowia (rys. 43). Cały ten słup, złożony z kręgów, nazywa się kręgosłupem. — Każdy krąg ma w środku otwór, tak że wygląda jak pierścień. (Nauczyciel rysuje na tablicy schematyczny skład kręgu, według rys. 42; dobrze byłoby pokazać w naturze kręgi zwierzęce. Ponieważ te pierścienie leżą jedno na drugim, więc otwory wszystkich kręgów tworzą wewnątrz kręgosłupa jeden długi kanał; przez ten kanał przechodzi gruba, biała miękka nitka, wychodząca z mózgu, którą nazywamy rdzeniem kręgowym. Z rdzenia kręgowego wychodzą w bok cieńsze nici, czyli nerwy (rys. 44), rozchodzące się po całym ciele we wszystkie miejsca.

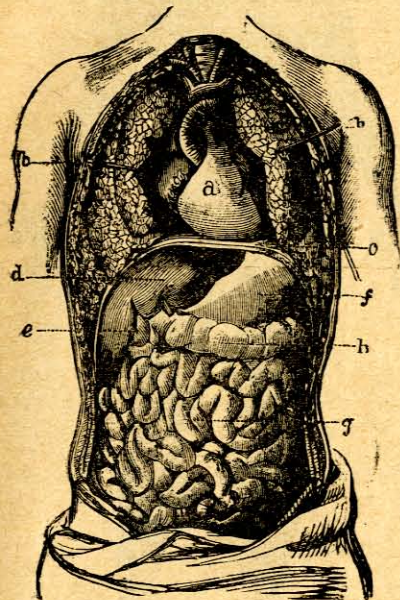
Koń, pies, kot, ptak, ryba, żaba i wiele innych zwierząt mają również kręgosłup złożony z kręgów, a w nim rdzeń kręgowy i rozchodzące się po całym ciele nerwy. Jedząc szyjkę kury, czy gęsi, zającą, rybę, widzieliście pewnie te kręgi i wyciągaliście z nich ową białą, grubą nić, czyli rdzeń kręgowy. Z kręgów też wychodzą i żebra, obejmujące całą górną część ciała człowieka i wielu zwierząt. W kończynach ludzkich i zwierzęcych znajdują się również jednakowo ułożone kości. Oprócz kości, mózgu, rdzenia i nerwów znajduje się w ciele ludzkim i zwierzę-



Rys. 44. Części główne układu nerwowego. W głowie mózg, pod nim mózdzek; z rdzenia, położonego wewnątrz kręgosłupa, wychodzą nerwy tułowia, kończyn górnych i dolnych.



cem mięso czyli mięśnie i wnętrzności, z których najważniejsze są: kanał pokarmowy, t. j. przełyk, prowadzący od ust do żołądka, dalej: żołądek, kiszki czyli jelita, wątroba, śledziona i t. p., — a oprócz tego drugi kanał — oddechowy, rozpoczynający się tchawicą, prowadzący od ust do płuc, znajdujących się w piersiach i służących do oddychania, — a wreszcie serce (rys. 45), z którego rozchodzą się po całym ciele rurki, t. zw. tętnice, rozprowadzające z serca po ciele krew, która znów wraca potem do serca innymi rurkami — żyłami. Te wszystkie organa i wiele innych jeszcze znajduje się tak samo u człowieka jak i u wielu innych zwierząt, — więc ciało człowieka jest podobne do zwierzęcego.



Rys. 45. Wnętrze klatki piersiowej i jamy brzusznej:

a—serce, bb—płuca, c—przepona, d—wątroba, e—pęcherzyk żółciowy, f—żołądek, g—jelito cienkie, h—kiszka okrężna poprzeczna.

py: kręgowce, takie jak koń, pies, kot, ptaki, ryby i wiele innych posiadających w swem ciele kręgosłup, — i bezkręgowce, jak np. ślimaki, robaki, owady i t. p. Kręgowce mają bardzo wiele organów podobnych do człowieka i dlatego są daleko do niego podobniejsze, aniżeli do zwierząt bezkręgowych, które są już znacznie odmiennie zbudowane. Z tego powodu zaliczamy człowieka do zwierząt kręgowych.

Ale i kręgowce nie wszystkie są do siebie podobne: między koniem, kurą i rybą jest wielka różnica. Wszystkie takie zwierzęta kręgowce, jak np. konie, psy, koty, lwy, tygrysy, jelenie, krowy, wiewiórki, krety, małpy i t. p., które rodzą się żywe i za młodu ssą mleko matki, które są zwykle pokryte włosami i mają cztery kończyny, nazywamy ssącymi.

Takie zwierzęta, jak np. wróble, słowiki, jaskółki, gołębie, kury, kaczki, gęsi, łabędzie, sowy, orły, bociany i t. p., które nie rodzą się żywe, lecz wykluwają się z jajek, nie ssą mleka, nie pokryte są włosami, lecz pierzem, a przednią parę kończyn mają w postaci skrzydeł, nazywamy ptakami.

Inne zwierzęta kręgowce, żyjące w wodzie, np. karpie, karasie, leszcze, piskorze, okunie, szczupaki, łososie, śledzie i t. p., są znów bardzo podobne do siebie, różniąc się od ssących i ptaków; wszystkie one mają kończyny w postaci pletw, zapomocą których poruszają się w wodzie, mają skórę, pokrytą łuskami, krew zimną, a w miejsce płuc do oddychania — skrzela; nazywamy je wszystkie rybami.

Żółwie, jaszczurki, węże, żmije, żaby są też kręgowce, ale różnią się od ssących, ptaków i ryb. Obejmujemy je jedną nazwą gadów albo płazów.

Tym sposobem wszystkie kręgowce można podzielić na 4 mniejsze grupy: ssące, ptaki, ryby i gady, czyli płazy. (Tak w powyższym, jak i w następnych trzech wykładach chodzi tylko o danie uczniom najogólniejszych pojęć; nie powinno zależeć, aby uczniowie umieli wyliczyć wszystkie bez wyjątku cechy danej grupy i wszystkie należące do niej zwierzęta; wiadomości ściślejsze z botaniki i zoologii winny stanowić oddzielny kurs; jeżeli jednak nie można liczyć na to, że uczniowie wiadomości swe w tym kierunku w przyszłym roku dopełnią, należy treść tych czterech wykładów znacznie rozszerzyć, prowadząc je jednak w tym razie praktycznie i ułatwiając szeregiem dobrze dobranych pytań).

## WYKŁAD XL.

Podział bezkręgowych. — Jakie znaczenie ma klasyfikacja zwierząt. — Jak należy zwierzęta opisywać.

Tak jak między kręgowcami, tak również i między bezkręgowcami zwierzętami jest wiele podobnych do siebie,



a różniących się od innych, bezkręgowych. Tak np. muchy, komary, pszczoły, motyle, mole, chrabąszcze, karaluchy, pluskwy i t. p., czyli wszystkie owady, są podobne do siebie z wielu względów; wszystkie one mają głowę, tułów podzielony na dwie części, trzy pary nóg, dwie pary skrzydeł (które nie zawsze do latania służyć mogą, np. u karaluchów, pluskiew i t. p.), ciało złożone z pierścieni, wszystkie składają jajeczka i t. p. Otóż wszystkie owady, pająki i raki mają głowę, ciało złożone z 2-ch części: tułowia i odwłoku; głowa, tułów i odwłok składają się z pierścieni; wszystkie mają oczy, nerwy, nogi złożone z kilku stawów, a na głowie różki także stawowate. Z tego powodu obejmujemy wszystkie owady, pająki i raki w jedną gromadę i nazywamy je stawonogiem i.

Istoty, żyjące w wielkich muszlach morskich, np. ostrygi i inne, których jest bardzo wiele, a także nasze ślimaki, mające ciało miękkie, lecz okryte twardą skorupą, — nazywamy mięczakami.

Pijawki, glisty, solitery czyli tasiemce, robaki podłużne, znajdujące się zawsze w czarnej ziemi, czyli dżdżownice i t. p., obejmujemy nazwą robaków. Gwiazdy morskie, jeżowce i t. p. stanowią grupę szkarłupni. Korale, polipy, meduzy, gąbki — grupę jamochłonów.

Drobne, widzialne tylko pod drobnowidzem, istoty, żyjące w wodzie, jak np. wymoczki i korzenionózki, o których dawniej mówiliśmy, stanowią znów osobną grupę — pierwotniaków.

Bezkręgowę więc można podzielić na: stawonogie, mięczaki, robaki, szkarłupnie, jamochłony, pierwotniaki.

Tym sposobem można wszystkie zwierzęta podzielić na: przed na 2 wielkie grupy: kręgowę i bezkręgowę; kręgowę dzieli się dalej na: ssące, ptaki, ryby i gady czyli płazy, a bezkręgowę na: stawonogie, mięczaki, robaki, szkarłupnie, jamochłony, pierwotniaki. Aby lepiej ten podział zapamiętać i móc go sobie w każdej chwili przypomnieć, zapiszmy go sobie w taki sposób: *(Nauczyciel, pisząc na tablicy, objaśnia znaczenie tego sposobu przedstawiania podziału; wyjaśnia dalej, że rozchodzące się linje oznaczają podział, nazwy w nawiasach — przykłady, nazwy wypisane większymi literami — większe grupy, że tabliczka ta wykazuje zarazem, jak, odwrotnie, mniejsze grupy łączą się w większe).*

*(Należałoby też pokazać uczniom dobre, duże rysunki główniejszych typów zwierzęcych, w braku okazów naturalnych).*

Z W I E R Z É T A :

|            |                  |                                                                                       |
|------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Bezkręgowę | Pierwotniaki     | (np. wymoczki, korzenionózki).                                                        |
|            | Jamochłony       | (np. korale, polipy, meduzy, gąbki).                                                  |
|            | Szkarłupnie      | (np. gwiazdy morskie, jeżowce, liljowce, strzykwy).                                   |
|            | Robaki           | (np. pijawki, tasiemce, glisty, dżdżownice i w. in.).                                 |
|            | Mięczaki         | (np. małże, ślimaki).                                                                 |
|            | Stawonogie       | (np. muchy, komary, pszczoły, motyle, karaluchy i inne owady, a także pająki i raki). |
| Kręgowę    | Gady czyli płazy | (np. żółwie, jaszczurki, węże, żmije, żaby i t. d.)                                   |
|            | Ryby             | (np. karasie, karpie, leszcze, szczupaki, łososie, śledzie i t. d.).                  |
|            | Ptaki            | (np. wróble, słowiki, gołębie, kury, kaczk, labędzie, orły, bociany i t. d.).         |
|            | Ssące            | (np. konie, psy, koty, małpy, słonie, krowy, wiewiórki, nietoperze i wiele innych).   |



Podział taki jest bardzo pożyteczny, bo ułatwia spamiętanie wielu rodzajów zwierząt i cech, któremi one się odznaczają. Łatwiej zapamiętać te kilka grup i ich cechy, niż wszystkie zwierzęta; a gdy wymienię jaką grupę, np. ptaki, łatwo już przypomnę sobie wiele zwierząt, dających się do tej grupy zaliczyć. Taki podział na grupy uczy nas jeszcze, — jeżeli tylko grupy te są rozumnie i prawdziwie ułożone, — że wiele zwierząt jest bardzo podobnych do siebie, choć na pozór różnią się; — że są jakby pokrewne sobie; że nawet różne grupy mają wiele cech wspólnych i t. d. Oprócz tego podział ten ułatwia opisanie pojedynczych zwierząt. Gdybym np. chciał opisać, jak wygląda kura, musiałbym wyliczyć bardzo wiele cech; ale gdy powiem, że kura jest ptakiem, mogę już wiele z opisu tego pominąć, — bo skoro kura jest ptakiem, to rozumie się naprzód, że jest zwierzęciem, a więc, że się karmi, oddycha, rośnie, czuje, porusza się; powtóre, rozumie się, że jest zwierzęciem kręgowym, a więc nie potrzebuję dodawać, że ma kości, mózg, nerwy, mięśnie, wewnętrzności, serce, krew, płuca i t. d.; wreszcie, skoro jest ptakiem, to rozumie się, że posiada parę skrzydeł i parę nóg, że jest opierzona, że składa jajka. Ten jeden wyraz »ptak« uwalnia nas już od wyliczenia tylu cech: pozostaje tylko, mówiąc o kurze, dodać prócz tego, że jest ptakiem, jeszcze to, czem ona różni się od innych ptaków. Widzicie więc jak pożytecznym jest taki podział zwierząt na grupy.

Gdyby np. ktoś zapytał, co to jest lin, to najłatwiej i najprędzej objaśnimy go, mówiąc, że to jest ryba; nie potrzebujemy wtedy długo opisywać, że to jest zwierzę wydłużonego kształtu, pływające w wodzie, nieposiadające nóg, mające pletwy, skrzela, krew zimną i t. d.

Jakbyście odpowiedzieli, gdybym się zapytał, co to jest zajac? — (Jest to zwierzę). — Jakiego: kręgowego, czy bezkręgowego? — (Kręgowego). — Do jakiej grupy kręgowych zaliczamy zajacę: do ssących, do ptaków, do ryb, czy do gadów? — (Do ssących). — Najkrócej więc byłoby odpowiedzieć, że zajac jest zwierzęciem ssącym; z tego już zrozumiemy, że jest to zwierzę kręgowo, bo ssące nie mogą być bezkręgowymi. Więc co wszystko rozumiemy, gdy mówimy, że zajac jest zwierzęciem ssącym? — Z jakich organów zewnętrznych i wewnętrznych składa się ciało zajacza? — (Z głowy z narządami zmysłów, tułowia, dwóch par kończyn, wewnątrz: z kości składających się z czaszki, kręgow, żeber i t. d., z mózgu,

rdzenia kręgowego, nerwów, z mięśni, serca; żył, krwi czerwonej, z kanału oddechowego, płuc, wewnętrzności, skóry pokrytej sierścią i t. d.). Mówiąc, że zajac jest zwierzęciem ssącym, możemy cały ten opis opuścić. Ponieważ jednak są rozmaite zwierzęta ssące, więc trzeba jeszcze dodać, czem zajac różni się od innych ssących? Coby można było pod tym względem powiedzieć o zajacu? — Czem on się głównie odznacza od innych ssących? — (Jest to zwierzę niewielkie, ma bardzo długie uszy, krótki ogon). — A nogi przednie i tylne czy są jednakowej długości? — (Tylne są dłuższe). — A oczy jakie? — (Duże, wypukłe, prawie zawsze otwarte). — Pochodzi to stąd, że ma bardzo krótkie powieki, zakrywające oczy tylko do połowy. — A pysk ma długi, czy krótki? — (Krótki). — Można dodać, że górna warga jest jakby rozcięta na dwie połowy, a nad nią wystają długie wąsy. — Jakiej barwy jest sierść zajacza? — Z wierzchu szaro-brunatna, pod brzuchem biaława. — Jakiego kraju zamieszkuje zajac? — Spotykamy go w całej Europie, z wyjątkiem Szwecji i Norwegii. — Można jeszcze dodać, że w dzień zwykle śpi w norze, a nocą wychodzi, szukając pokarmu w ogrodach, sadach i t. d., że mięso jego jest używane przez ludzi na pokarm. — Powtórzcie teraz wszystko, co można powiedzieć o zajacu, znając podział zwierząt na grupy. — (Zajac jest zwierzęciem ssącym, niewielkiem, o długich nogach tylnych, długich uszach, krótkim pysku, krótkim ogonie, wypukłych oczach z krótkimi powiekami, z wargą górną rozciętą, długimi wąsami, o sierści z wierzchu szaro-brunatnej, pod brzuchem białawej, zamieszkuje prawie całą Europę, prześpią dzień w norze, a nocą wychodzi na żer i t. d.). Opiszcie tak samo: kozę, gołębia, szczupaka. Przeczytajcie sobie książeczkę Brzezińskiego: »Najciekawsze i najważniejsze zwierzęta ssące«, a także książeczkę Umińskiego: »Co człowiek zawdzięcza zwierzętom«.

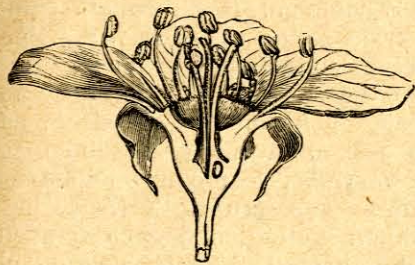
## W Y K Ł A D XLI.

Roślina, jej organa i sposób jej życia. — Rośliny nagonasienne i okrytonasienne, kwiatowe i bezkwiatowe.

Weźmy teraz jakąś roślinę i poznamy jej części czyli organa. (Nauczyciel winien mieć na lekcji świeżą roślinę typową



z wszystkimi organami: ponieważ lekcja ta przypadnie prawdopodobnie w zimie, można wziąć jedną z roślin pielęgnowanych w mieszkaniach, ale koniecznie z dużym, typowym kwiatem). Powtórzmy naprzód to, co już wiemy o roślinie. Jak się nazywa organ, stanowiący dolną część rośliny i znajdujący się zwykle w ziemi? — (Korzeń). — Do czego służy ten organ roślinie? — (Do pobierania pokarmu z ziemi). — Jaki to jest pokarm? — (Woda i popiół). — Pokarm wstępuje dalej z korzenia coraz wyżej i podnosi się w roślinie do coraz wyższych części. Jak się nazywa następna część rośliny, złączona z korzeniem, w którą wstępuje przedewszystkiem pokarm? — (Łodyga). — Jakie jeszcze narządy wychodzą z łodygi? — (Gałęzie, gałązki, liście). Gałęzie są zupełnie podobne do łodygi, są to tylko boczne łodyżki. — Do czego służy roślinie liść? — W liściu są drobne otworki, wi-



Rys. 46. Przecięcie kwiatu: kielich, korona, pręciki, słupki.

działne tylko pod drobno-widzem — nazywamy je szparkami; przez te szparki wchodzi powietrze do liścia. — W powietrzu zawsze znajduje się trochę kwasu węglowego; skąd on się w powietrzu bierze? (Z ciał palących się, oddychających, gnijących). — Co się dzieje z kwasem węglowym w liściu? — (Łączy się z wodą i popiołem, które przyszły z ziemi przez

korzeń i łodygę do liścia). — Czy kwas węglowy może się zawsze połączyć z wodą i popiołem w liściu? — (Nie, tylko gdy na liść padają promienie słoneczne). — Czy kwas węglowy łączy się z wodą i popiołem w innych organach, wystawionych na słońce? — (Tylko w liściu i w zielonych łodygach). — Co powstaje, gdy kwas węglowy połączy się z wodą i z rozpuszczonym w niej popiołem? — (Krochmal, guma, cukier, białko). — Co się dzieje dalej z temi ciałami? — Spływają napowrót z liścia przez łodygę do korzenia i rozchodzą się z łodygi do innych organów). — Te ciała są bardzo ważne, bo one odżywiają wszystkie organa rośliny. Czy więc liść jest organem potrzebnym roślinie? — (Tak).

Jaki jeszcze narząd widzicie na roślinie, oprócz korzenia,

łodygi, gałązek i liści? — (Kwiat). — Przypatrzcie się, jak wygląda kwiat (rys. 46). Pod kwiatem jest zwykle kilka małych, wąskich listków, czasem zrosłych z sobą lub nie, nazywamy je razem kielichem; dalej idzie najpiękniejsza, barwna część kwiatu, ta, która się zwykle najbardziej rzuca w oczy i którą najbardziej lubimy; bywa ona u różnych kwiatów rozmaitego koloru: białego, żółtego, czerwonego, niebieskiego i t. d.; tę część nazywamy koroną. Wewnątrz korony znajdują się cienkie niteczki, zakończone jakby główkami, tak jak szpilczki, — nazywamy je pręcikami; a w samym środku pomiędzy pręcikami znajduje się jeszcze jedna albo kilka grubszych, zwykle zielonych nici, z kształtu podobnych nieco do buteleczki — są to słupki. Powtórzcie raz jeszcze, jakie są cztery główne części kwiatu? — (Kielich, korona, pręciki, słupki).

Czy kwiat trwa tak długo, jak inne narządy rośliny, np. korzeń, łodyga, liście? — (Nie, krócej). — Kwiat zjawia się tylko w pewnym czasie na roślinie i prędko okwita, t. j. kielich, korona i pręciki więdną i opadają, pozostają tylko słupki i te dalej się rozrastają, aż w końcu zamieniają się w owoce. Wszystkie rośliny, mające kwiaty, mają potem w miejsce kwiatów owoce; owoc powstaje tylko z kwiatu. Lecz nie należy sądzić, że owocem nazywamy tylko jadalną część rośliny. Wiele owoców ludzie rzeczywiście spożywają, lecz wiele roślin ma małe, suche i niepożywne owoce; nieraz wyglądają one jak drobne ziarenka i w mowie potocznej nie nazywają się owocami. Atoli w nauce nazywamy owocem każdy organ, który ze słupka kwiatu powstaje. W dużych jadalnych owocach, np. w jabłku, w pomarańczy, znajdują się wewnątrz pestki — są to nasiona; tak samo w każdym owocu, nawet najdrobniejszym, znajdują się nasiona. — Do czego służą nasiona? — Gdy nasienie pada na wilgotną i niezbyt zimną ziemię, kiełkuje i wyrasta w taką samą roślinę, z jakiej powstało.

Wyliczcie raz jeszcze wszystkie organa rośliny. — (Korzeń, łodyga, liście, kwiaty, owoce, nasiona). — Z jakich części składa się kwiat? — Z czego powstaje owoc? — Gdzie znajdują się zawsze nasiona?

Te wszystkie organa znaleźć można u bardzo wielu roślin, u wszystkich traw, ziół, krzaków i drzew. Tylko drzewa iglaste, np. sosna, jodła, świerk i t. p., choć wydają nasiona, nie mają jednak owoców; wydają one szyszki, t. j. krótkie łodyżki, gęsto usiane krótkimi, grubymi i płaskimi gałą-



zeczkami, a na tych gałązeczках w głębi siedzą nasionka, zwykle po dwa (*Należy pokazać uczniom szyszki, o ile możności jeszcze z nasionami*). Gdy szyszka dojrzeje, otwiera się, t. j. płaskie gałązki odchylają się, i wtedy nasiona wypadają. Prócz iglastych drzew, jest jeszcze kilka roślin, wydających nasiona bez owoców, ale te rośliny u nas nie rosną. Takie rośliny, które wydają nasiona nagie, t. j. nieokryte owocem, nazywają się nagonasiennymi. Wszystkie zaś rośliny, których nasiona siedzą w owocach, nazywają się okrytonasiennymi, gdyż mają nasiona okryte owocem. Tak nagonasienne, jak i okrytonasienne mają jeszcze wszystkie inne narządy, np. korzenie, łodygi, liście, kwiaty, nasiona. Są jednak jeszcze inne rośliny, nie mające kwiatów, a więc nie mogące mieć ani owoców, ani nasion, bo owoce i nasiona tylko z kwiatu powstać mogą. Możemy więc rośliny okrytonasienne i nagonasienne nazwać kwiatowymi; wszystkie zaś inne nazwiemy bezkwiatowymi. Postarajcie się, po przeczytaniu książeczek, zaleconych na poprzedniej lekcji, przeczytać jeszcze w krótkim czasie książeczki Brzezińskiego: »Owady i ich znaczenie w gospodarstwie« i »Rośliny, zwierzęta i ludzie na kuli ziemskiej«.

## WYKŁAD XLII.

**Rośliny bezkwiatowe. — Ogólna systematyka roślin i jej znaczenie.**

Powiedzieliśmy na zeszłej lekcji, że wszystkie rośliny można podzielić na dwie grupy: kwiatowe i bezkwiatowe. Kwiatowe można znów podzielić na dwie grupy: okrytonasienne i nagonasienne. Ale i bezkwiatowe nie wszystkie są podobne do siebie. — Wyliczcie, jakie rośliny nie mają wcale kwiatów? (Mchy, grzyby). — Przedewszystkiem nie mają nigdy kwiatów paprocie, skrzypy i widłaki, które już znacie. Cośmy dawniej mówili o paprociach, skrzypach i widłakach? — (Były to przed wiekami wielkie drzewa; powstał z nich węgiel kamienny). Dalej, nie mają kwiatów mchy. — Co wiecie o mchach? (*Wykład 22*). Tak samo: paprocie, skrzypy i widłaki wydają tylko zarodniki i nie mają kwiatów, owoców ani nasion. Dalej jeszcze nie mają kwiatów grzyby, a także pleśnie i drożdże, które, jak wie-

cie, również uważamy za drobne grzybki; wielkie grzyby, tak samo jak pleśnie i drożdże, wydają tylko zarodniki. — Wreszcie w naszych wodach i wilgotnych miejscach wystają drobne, zielone roślinki, zupełnie niepodobne do roślin, bo nie mają prawie żadnych organów; wyglądają one tylko jakby cienkie, długie, zielone nici, pływające w wodzie. Nie raz cały staw wydaje się od nich zielony. Na wilgotnych murach, w ziemi, na drzewach, zjawia się często zielony nalot; pod drobnowidzem widać, że nalot ten składa się z drobnych, zielonych kuleczek, które rosną i mnożą się. Te zielone nici i kuleczki, nie mające organów, a jednak żyjące i rosnące jak roślinki, nazywamy wodorostami. Kwiatów, owoców ani nasion nie wydają one nigdy, wydają tylko zarodniki, tak jak mchy. W morzach znajdują się często wielkie wodorosty, podobne do drzew, ale i te wydają tylko zarodniki.

Powtórzcie teraz, jakie rośliny są bezkwiatowe. — (Paprocie, skrzypy, widłaki, mchy, grzyby, wodorosty). — Czy wszystkie te rośliny są podobne do siebie? — Czem różnią się paprocie, skrzypy, widłaki i mchy od roślin kwiatowych? — (Nie mają kwiatów). — A czy mają te rośliny inne organa: korzenie, łodygi i liście? — (Grzyby i wodorosty ich nie mają). — Pomiędzy roślinami bezkwiatowymi są więc takie, które nie posiadają tylko kwiatów, owoców i nasion; inne zaś nie mają jeszcze i wielu innych organów, a przede wszystkim liści. Możemy więc podzielić jeszcze bezkwiatowe na 2 grupy: na liściaste, t. j. posiadające liście, jak np. paprocie, skrzypy, widłaki i mchy, — i bezliściaste, jak grzyby i wodorosty. Należy tylko zauważyć, że skrzypy mają listki bardzo drobne i zrosłe z sobą, tak że je trudno dojrzeć (widać tylko jakby brunatne ząbki); wyglądają tak, jakby były złożone tylko z korzenia, łodygi i gałązek; mchy zaś nie mają znów typowych korzeni, lecz tylko zastępujące je niteczki. (*Nauczyciel winien powtórnie pokazać na tej lekcji paprocie, skrzypy, widłaki i mchy, choćby okazy zasuszone, tak jak przy wykładzie XXII*).

Tym sposobem dzielimy wszystkie rośliny naprzód na 2 wielkie grupy: kwiatowe i bezkwiatowe. Kwiatowe dzielimy dalej na: okrytonasienne i nagonasienne, bezkwiatowe zaś na: liściaste i bezliściaste. Aby lepiej zapamiętać ten podział, zapiszemy go w takiej formie, jak podział zwierząt:



## ROŚLINY:

| Kwiatowe:                                           |                      | Bezkwiatowe:                        |                      |
|-----------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|----------------------|
| Okrytonasienne:                                     | Nagonasienne:        | Liściaste:                          | Bezliściaste:        |
| (Wszystkie rośliny z wyraźnymi owocami i kwiatami). | (Rośliny szyszkowe). | (Paprocie, skrzypy, widłaki, mchy). | (Wodorosty, grzyby). |

Korzyść z takiego podziału jest taka sama, jak korzyść z podziału zwierząt na grupy: naprzód podział taki ułatwia zapamiętanie różnych rodzajów roślin i wykazuje, czym jeden rodzaj różni się od drugiego, powtóre, ułatwia opis pojedynczych roślin, — bo gdy przy jakiej roślinie wymienimy grupę, do której należy, to zarazem wiemy, jakie ta roślina posiada organa, a jakich jej brak — i te cechy możemy już w opisie ominąć. — Przeczytajcie sobie książeczkę Arctówny: »O życiu i budowie rośliny« i Strumpfa: »Jak jest zbudowane ciało rośliny« i postarajcie się też nabyć książeczkę »Botanika na przechadzce« lub też »Atlasik botaniczny« Arctówny; pomogą wam one obeznać się bliżej ze światem roślinnym w naturze. *(Po przejściu powyższych rozdziałów, obejmujących zasadnicze wiadomości o roślinach i zwierzętach, należy korzystać z każdej sposobności w celu odbycia z dziećmi możliwie jak największej liczby wycieczek, w czasie których obeznajemy je z rodzajami i życiem roślin i zwierząt, metodą zbiorowisk, podług wskazówek w przedmowie podręcznika Dyakowskiego, nie zamedbując jednak i elementu klasyfikacyjnego w zakresie dostępnym dla dzieci danego wieku.*

## WYKŁAD XLIII.

**Podobieństwa i różnice między minerałami. — Klasyfikacja minerałów. — Do czego służyć może takie grupowanie ciał.**

O zwierzętach i roślinach dowiecie się jeszcze wiele ważnych i ciekawych szczegółów w wyższych kursach. O minerałach jest również jeszcze wiele ważnego i ciekawego do powiedzenia, ale w tym roku już więcej się niemi zajmować nie możemy; zbierzemy tylko w jedną całość to wszystko,

czegośmy się dotąd o nich dowiedzieli. — Poznaliśmy już wszystkie ważniejsze ciała mineralne; widzieliście, że niektóre są do siebie podobne, np. złoto, srebro, platyna, żelazo, miedź, ołów, cynk, cyna i t. d. Choć się między sobą różnią, mają jednak wiele cech podobnych, a daleko bardziej odróżniają się od wszystkich innych ciał, np. od kamieni, od soli, od węgla i t. d. Z tego powodu zebraliśmy wszystkie te minerały w jedną grupę i daliśmy jej jedną ogólną nazwę: **metale**.

Tak samo widzieliście, że np. kreda, marmur, wapień, szpat islandzki, kamień litograficzny, gips, wapno mają również wiele cech wspólnych, i to głównie dlatego, że wszystkie zawierają w sobie wapno; te ciała objęliśmy nazwą **wapniaków**.

Czy nie znacie jeszcze jakich ciał podobnych do siebie? — Weźmy np. granit; z jakimi ciałami możnaby go zestawić w jedną grupę? — (Gnejs, sienit). — Moznaby jeszcze dołączyć: szpat polny, mikię, amfibol, talk, diament i wiele innych ciał. — Jakbyście te wszystkie ciała razem nazwali? — (Kamienie). — Moznaby do nich dołączyć: piasek, piaskowiec, różne gatunki gliny, łupek szyfrowy i inne. — Dlaczego? — Bo są to tylko rozkruszone i zwietrzałe kamienie. — Możemy więc do tej grupy włączyć wielką liczbę różnych ciał i nazwać ją: **kamienie i ziemie**. Jakie są wspólne cechy kamieni i ziem? — Jakie to są ciała? — stałe, ciekłe, czy lotne? — (Stałe). — Czy mają one smak lub zapach? — (Nie). — Czy rozpuszczają się w wodzie? — (Nie). — Czy palą się w ogniu? — (Nie). — Czy w ogniu się topią? — (Nie). — Czy są dobrymi przewodnikami ciepła? — (Nie). — Nie mają też połyску metalicznego, nie wydają dźwięku metalicznego, nie są sprężyste i wogóle różnią się od wszystkich innych ciał; mogą więc stanowić osobną grupę.

Jakie znacie ciała, podobne do węgla kamiennego? — (Torf, węgiel brunatny, antracyt, asfalt, bursztyn, nafta). — Czem się odznaczają wszystkie te minerały? — Wszystkie utworzyły się w podobny sposób z dawnych roślin lub zwierząt, palą się w ogniu; ogrzewane w zamkniętym naczyniu, rozkładają się na podobne ciała; są bezkształtne, nierozpuszczalne w wodzie i t. d. Wszystkie więc te ciała, odznaczające się podobnymi cechami, możemy znów zestawić w osobną grupę. Ponieważ wyróżniają się one od wszystkich innych mine-



rałów przedewszystkiem tem, że się palą, więc jak je najprościej można nazwać? — (*Ciała palne*).

Pozostaje nam jeszcze sól: czem się ona odznacza? — (Jest bezbarwna, łatwo się proszkuje, proszek ten jest białej barwy, jest przezroczystą, połyskuje, łatwo się rozpuszcza w wodzie, z wody krystalizuje, posiada smak, nie pali się i t. d.). — Czy nie znacie innych ciał, któreby miały podobne cechy? — (Soda, saletra, ałun, potaż). — (*Uczniowie wyliczą tu jeszcze napewno: cukier, chininę i t. p.; nauczyciel objaśnia, że te ciała wydobywają się z roślin, mówimy zaś tu wyłącznie o minerałach, więc te ciała należy pominąć*). — Rzeczywiście, takie ciała, jak soda, saletra, potaż i t. p., są tak samo bezbarwne, jak sól, łatwo się proszkują, proszek ich jest barwy białej, mają smak, choć inny, aniżeli sól, lecz zawsze smak mają, wszystkie rozpuszczają się też w wodzie i z wody krystalizują, nie palą się i mają wiele innych cech wspólnych. — Możemy więc te ciała znów zestawić w osobną grupę, gdyż są do siebie pod wieloma względami podobne i różnią się znacznie od innych ciał. — Minerały te nazywają solami; z tego powodu naszą sól, używaną do potraw, nazywają dla odróżnienia solą kuchenną lub kamienną. — Soli jest jeszcze bardzo wiele innych; niektóre mają inne barwy, np. żółtą (*dzieci same zwykle przytaczają sól żółtą*), czerwoną, zieloną, jak grynszpan czyli śniedź miedziana, bo i grynszpan, o którym już mówiliśmy, jest także solą. Barwa więc nie stanowi głównej własności soli, lecz inne cechy mają wszystkie sole takie same. W nauce zaliczają też i wapniaki do soli; w wyższych kursach dowiecie się, dlaczego tak czynią; my te grupy możemy rozdzielić. Powtórzenie teraz, w jakie grupy zebrać można wszystkie ciała mineralne. — (Kamienie i ziemie. Wapniaki. Sole. Metale. Minerały palne). — Ile więc utworzyliśmy grup? — (Pięć). (*W tym, jak i w innych razach nie należy dążyć koniecznie do klasyfikacji naukowej, lecz tylko do takiej, jaką uczniowie przy małej pomocy nauczyciela sami utworzyć zdołają; powyższa zwykle osiąga się bez trudu*). — Powtórzenie, jakimi cechami odznacza się grupa kamieni i ziem? — Jakie znacie minerały, należące do tej grupy? (Talk, diament, grafit, szpat polny, mika, amfibol, azbest, kwarc, krzemień, kamień mleczny, agat, opal, kryształ górny, topaz przydymiony, ametyst, piasek, piaskowce, glina porcelanowa, garncarska, ogniotrwała, foluszowa, łupek szfrowy, granit, gnejs, sienit, porfir). Powtórzenie, jakimi cechami odznaczają się wapniaki? — (W czystym stanie są

zwykle barwy białej lub bezbarwne, nieprzezroczyste, niesprężyste ani kowalne, nie mają smaku ani zapachu, nie rozpuszczają się w wodzie, wszystkie zawierają wapno, a z wyjątkiem gipsu i fosforytu, zawierają, prócz wapna, i kwas węglowy lub inny, i na te dwa ciała rozkładają się w ogniu; są z ziemi przewodnikami ciepła, tworzą w ziemi wielkie pokłady lub na jej powierzchni góry i płaskowzgórza). — Jakie znacie minerały, należące do tej grupy? — (Kreda, marmur, wapień, kalcyt, szpat islandzki, kamień litograficzny, numulit, gips, alabaster, fosforyt). — Czem odznaczają się sole? — Jakie tu należą ciała? — Czem odznacza się grupa metali? (*Wykład 34; należy przypomnieć o rudach i stanie rodzimym*). — Jakie poznaliśmy metale? — Czem odznacza się grupa minerałów palnych? — Wyliczcie znane wam ciała palne.

Oprócz tych pięciu grup, należy, jak już wiecie, zaliczyć do minerałów: wodę i grupę ciał lotnych, t. j. takich, jak np. powietrze, kwas węglowy, gaz oświetlający i t. p. Ile więc razem będzie grup minerałów? — (Siedem). — Jaką mamy korzyść z takiego podziału ciał na grupy? — Naprzód, daleko łatwiej wszystkie ciała zapamiętać i objąć je w umyśle, bo kilka grup zapamiętamy łatwo, — i gdy wymienimy jaką grupę, to zaraz nasunie nam się na myśl i wiele ciał do grupy tej należących. — np. gdy powiem: metale, zaraz mi staje na myśli: złoto, srebro, żelazo, miedź i inne, któreby można pominąć, wyliczając wszystkie ciała bez porządku. Powtórne, podział na grupy ułatwia spamiętanie podobieństwa i różnic, zachodzących między ciałami, należącymi do różnych grup. Po trzecie, taki podział ułatwia opisanie każdego ciała, bo gdy powiem np., że złoto jest metalem, nie potrzebujemy już dodawać, że ma ono połysk metaliczny, że nie ma smaku, ani zapachu, że nie rozpuszcza się w wodzie, że się nie pali, że w ogniu topi się, że jest giętkie, kowalne i ciągliwe, że jest dobrym przewodnikiem ciepła i t. d., bo wszystkie metale mają te własności. Ten jeden wyraz »metal« uwolni nas już od powtórzenia wszystkich tych cech — i do opisania np. złota pozostanie po powiedzeniu, że jest metalem, dodać tylko, czem ono różni się od wszystkich innych metali.

Gdybym się więc was dziś, jak na pierwszej lekcji, zapytał: co to jest kreda? — odpowiedzieliście już pewnie inaczej, niż wówczas, a przedewszystkiem zaczęlibyście od tego, że kreda jest to minerał, należący do grupy wapniaków, złożony z węglanu wapniowego, utworzona z drobnych



mikroskopowych muszelek, stanowiących resztki pozostałe po żyjących w morzu korzenionózkach.

Napiszcie na przyszłą lekcję, na jakie grupy można podzielić wszystkie minerały; postawić potem na środku wiersza tytuł: Grupa I. Kamienie i ziemie, — napiszcie, czym się ta grupa cechuje, jakie należą do niej ciała — i dodajcie przy każdym ciele w kilku wyrazach, co ważnego o niem wiecie. (*Z powodu tego zadania nauczyciel nie dyktuje tym razem zwykłych pytań, streszczających wykład.*)

#### WYKŁAD XLIV.

Jak należy, na podstawie wszystkiego, co dotąd poznaliśmy, badać i opisywać ciała.

Teraz wiecie już wszystko, na co należy zwrócić uwagę przy badaniu ciał. Ponieważ podział na grupy, o którym mówiliśmy na ostatniej lekcji, ułatwia bardzo opisanie ciała, przeto, chcąc opisać jakieś ciało, najlepiej jest zawsze na początku pomyśleć, do jakiej grupy to ciało należy, t. j. na-przód, czy ono jest ciałem naturalnem, czy sztucznem; jeżeli jest naturalnem, to należy rozważyć, czy jest minerałem, czy ciałem żywym. Dalej, jeżeli to ciało jest minerałem, to należy zaznaczyć, do jakiej grupy minerałów ono należy, t. j., czy jest kamieniem, wapniakiem, solą, metalem, ciałem palnem, czy jest ciałem płynnem, czy też gazem? Jeżeli zaś mamy ciało żywe, należy objaśnić, czy należy do zwierząt, czy do roślin i do jakiej grupy zwierząt lub roślin. Gdyśmy to wszystko rozważyli, to w mowie lub piśmie zaznaczamy grupę, do której ciało należy, zazwyczaj tylko jednym wyrazem: np. zamiast powiedzieć, że żelazo jest to ciało naturalne, mineralne, jest metalem, — powiadamy krótko: żelazo jest metalem; bo gdy powiemy, że jest metalem, to samo się już rozumie, że metal jest minerałem, a każdy minerał jest ciałem naturalnem. Zaznaczywszy, do jakiej grupy ciał należy to ciało, które chcemy opisać, rozpatrujemy i zapisujemy wszystkie inne jego własności, poczynając zwykle od stanu skupienia, t. j. od tego, czy to ciało jest w stanie stałym, ciekłym, czy lotnym; bo chociaż np. metale są ciałami stałymi, znamy jednak jeden metal płynny. — Jaki? — (Rtęć). — Tak

samo ciała palne: torf, węgiel kamienny i t. p., są ciałami stałymi. Znamy jeden minerał palny płynny. — Jaki? — (Nafta). (*Dzieci zwykle przytaczają jeszcze: benzynę, spirytus, oliwę i t. p.; nauczyciel znów objaśnia, że mówimy tu o minerałach, nie o ciałach sztucznie wydobytych; nafta sama znajduje się w ziemi, jest więc minerałem; benzyna, spirytus i t. p. nie są minerałami.*) — Stan ciała odrazu rzuca się nam w oczy i jest ważną cechą, dlatego przytaczamy go na początku: gdy mówię np. o rtęci, o wodzie, o nafcie, to najważniejszą rzeczą jest przedewszystkiem powiedzieć, że to są ciała płynne; gdy mówię o powietrzu, o kwasie węglowym i t. p., to znów najważniejszym dla nich jest to, że są to ciała lotne, czyli gazy.

Dalej, rozpatrujemy i zaznaczamy wszystkie inne cechy i własności ciała, które mamy opisać. — Jakie poznaliście cechy i własności ciał? — (Barwę, połysk, przezroczystość, kształt, twardość, łupliwość, chropowatość, ciężar, smak, zapach, dźwięk, temperaturę, kowalność i ciągliwość, kruchość i sprężystość, plastyczność, rozpuszczalność, zdolność krystalizowania, palność, topliwość, wrzenie i parowanie, przewodnictwo ciepła, gnicie). — Nie zapominajcie jeszcze dodać zawsze tak, jakśmy to zrobili, mówiąc o kredzie i marmurze — czy ciało jest jednorodnem, czy różnorodnem, a także, jak ono wygląda wewnątrz: czy jest ziarnistym jak marmur, czy nie; czy wewnątrz jest innem, niż na zewnątrz, jak np. brukowiec, — a wreszcie, co można w niem wykryć przy pomocy szkieleć powiększających. Prócz tego mówiliśmy o jeszcze jednej, bardzo ważnej własności, o której pamiętać trzeba, t. j. o składzie chemicznym ciał. Widzieliście, że w kredzie, i wielu innych wapniakach można wykryć wapno i kwas węglowy; tak samo z węgla kamiennego i z drzewa wydobyć można kilka ciał. — Jakie?

Tym sposobem, opisując ciało, wymieniamy naprzód, jakie to jest ciało, t. j. do jakiej grupy ciał należy; następnie zaznaczamy, czy jest ciałem stałym, płynnem, czy lotnem; a wreszcie opisujemy wszystkie jego własności zewnętrzne i wewnętrzne, a także jego skład chemiczny. Prócz tego, wiecie już, że należy zbadać i opisać, skąd to ciało bierze się, t. j., jeżeli to jest ciało naturalne, to gdzie ono się znajduje, w jakich miejscowościach, czy w głębi ziemi, czy na jej powierzchni; czy znajduje się w ziemi w wielkich ilościach, czy też rzadko, pojedynczemi kawałkami; наконец, jak ono powstało, w jaki sposób się tworzy, jak ono się z ziemi wy-



dobywa, w jakim celu się wydobywa, t. j. do czego ludziom służy, jaki jest z niego użytek. Jeżeli zaś jest to ciało sztuczne, jak np. szkło, stal, wyroby gliniane, gipsowe i t. p., to należy zaznaczyć, z jakich materiałów naturalnych się wyrabia, jakim sposobem się robi i do czego wyrób służy.

Powtórnie, jakim sposobem opisują się ciała? — Zapiszcie sobie porządek, w jakim opisujemy ciała. (*Nauczyciel dyktuje*): »Opis ciał. — Opisując ciało, należy przedewszystkiem wymienić, do jakiej ono należy grupy; następnie, w jakim stanie skupienia się znajduje; dalej wyliczyć wszystkie jego własności: barwę, połysk, przezroczystość, dodając, czy jest takim samem wewnątrz, jak na zewnątrz, czy jest jedno- czy różnorodnem, czy jest budowy ziarnistej, czy łupie się na blaszki. Potem inne własności: kształt, twardość, ciężar, smak, zapach, dźwięk, kowalność i ciągliwość, kruchość i sprężystość, plastyczność, rozpuszczalność, zdolność krystalizowania, palność, topliwłość, wrzenie i parowanie, przewodnictwo ciepła, skład chemiczny, a także różne inne własności, któreby w tem ciele zauważyć można, czy to gołem okiem, czy też przy pomocy szkła powiększających lub innych przyrządów. — Prócz tego, jeżeli to jest ciało naturalne, to należy dodać, w jakiej miejscowości się znajduje, czy tworzy naprzykład wielkie pokłady, czy występuje rzadko; czy spotyka się w głębi, czy na powierzchni ziemi, jak ono się z ziemi wydobywa, jakim sposobem w ziemi się utworzyło i do czego to ciało ludziom służy. Jeżeli to jest ciało sztuczne, opisujemy: z czego, w jaki sposób i w jakim celu się robi«. — (*Nauczyciel dalej wyklada*). Pamiętając o tem wszystkiem, będziecie teraz mogli każde ciało już łatwo opisać. — Opiszcie na przyszłą lekcję w krótkich słowach wszystko, co wiecie o kredzie, ale napiszcie przedewszystkiem tytuł: Grupa II. Wapniaki, i opiszcie, co to są wapniaki; wymienicie, jakie ciała do tej grupy należą, a potem opiszcie jedną tylko kredę, trzymając przed sobą notatkę, którą wam dziś podyktowałem, i uważając w niej, co i w jakim porządku należy o ciałach mówić. (*Ze względu na to zadanie i na podyktowane streszczenie, nauczyciel tym razem wykładu nie streszcza i żadnych innych pytań uczniom nie dyktuje*).

## WYKŁAD XLV.

**Dokładne określenie i opisanie kredy na podstawie wszystkich dotychczas nabytych wiadomości w porównaniu z określeniem kredy, podanem przez uczniów na pierwszej lekcji.**

(*Przejrzawszy i poprawiwszy zrobione przez uczniów zadanie, nauczyciel każe jednemu z uczniów opisać ustnie kredę, trzymając przed sobą podyktowany na zeszłej lekcji schemat; nauczyciel prostuje nieścisłości i niedokładności każdej wypowiedzianej przez ucznia myśli; następnie opowiadają tak samo inni uczniowie, patrząc w schemat; powstaje z tego opis mniej lub więcej zbliżony do poniżej podanego; przyczem nie należy jednak dążyć do tego, aby był wyrażony temi samemi wyrazami i zdaniami, jak następujący, lecz tylko aby był istotnie dokładnym opisem kredy*). — Kreda jest minerałem, należącym do grupy wapniaków, gdyż zawiera wapno. Jest to ciało stałe, jednorodne, mleczno-białej barwy, matowe i nieprzezroczyste. Czasami jednak napotykamy w kredzie żółte, twarde kawałki, co pochodzi od domieszek do kredy rdzy żelaznej. Kreda składa się z drobnych cząsteczek, łatwo odpadających, lecz nie ma budowy ziarnistej, ani łupkowej; jest bezkształtną, twardszą od talku, lecz miększą od innych ciał — i dlatego możemy nią pisać na drzewie, suknie i innych odmiennie barwy ciałach, twardszych od niej, o które ją pocieramy, łatwo się bowiem o wiele ciał ściiera i odpadające przytem od niej cząsteczki łatwo do tych ciał przylegają. Kreda jest cięższa od wody, gdyż w niej tonie, nie ma ani zapachu, ani smaku; przy uderzeniu o inne ciała nie wydaje metalicznego dźwięku, nie jest kowalną, ani ciągliwą; jest kruchą, nieplastyczną, nie rozpuszcza się w wodzie, w ogniu się nie pali, ani topi i jest złym przewodnikiem ciepła. Długo ogrzewana w silnym ogniu rozkłada się na kwas węglowy, który z niej ulatuje, i na wapno, które pozostaje. Oblana octem lub innym kwasem, również wydziela z syczeniem kwas węglowy, składa się więc z wapna i kwasu węglowego, t. j. stanowi materję, zwaną węglanem wapniowym. Delikatny proszek kredy, rozpatrywany przez szkła silnie powiększające, czyli przez drobnovidz, wykazuje drobne muszelki różnych kształtów, zupełnie podobne do tych, które są właściwe istotkom, żyjącym w morzu, a niewidzialnym gołem okiem, zwanym korzenionózkami. Kredę znajdujemy w znacznych ilościach w różnych krajach, a u nas pod m. Chełmem. Tworzy



ona znaczne pokłady w ziemi i na ziemi w postaci płasko-wzgórzy, które zdała poznać można po ich białej barwie. Kreda utworzyła się początkowo na dnie morza, ze skorupiek korzenionózek, opadających po śmierci bezustannie całemi milionami. Tym sposobem tworzy się w ciągu wielu wieków na dnie morskiem gruby pokład kredy, który, jeżeli dno morskie w tem miejscu się podnosi, może z czasem wystąpić nad powierzchnię morza i znaleźć się na lądzie stałym. Kredy używamy do pisania i rysowania, do czyszczenia i polerowania metali, robią z niej farbę białą do obić i biletów wizytowych, używają jej do otrzymywania kwasu węglowego przy fabrykacji wody sodowej, można z niej wreszcie wypalać wapno.

(Przekonawszy się, że uczniowie potrafią już dokładnie opisać kredę, nauczyciel prowadzi dalej wykład). — Widzicie, jak bardzo różni się dokładny opis kredy od tego, cośmy mogli o kredzie powiedzieć na pierwszej lekcji. Tak to zawsze dokładne zastanowienie się i zbadanie jakiegoś przedmiotu, choćby pozornie dobrze nam znanego, uczy nas wielu nowych i ciekawych rzeczy. Poprawcie na przyszłą lekcję swój opis kredy, któryście dziś przynieśli, tak aby zawierał to wszystko, cośmy dziś o kredzie powtórzyli, a prócz tego napiszcie krótko, co wiecie o innych wapniakach. — (Zwykłego streszczenia i pytań nauczyciel tym razem znów nie podaje). Przeczytajcie sobie książeczkę Brzezińskiego: »Nasi wrogowie i przyjaciele wśród ptaków«.

## WYKŁAD XLVI.

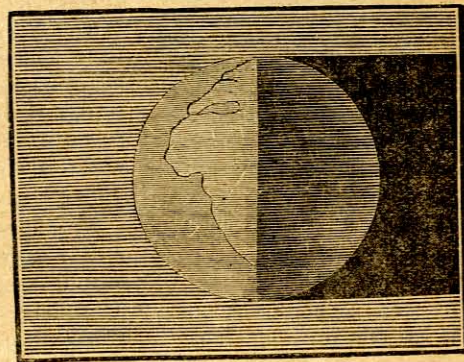
Ciała dotychczas poznane składają całą ziemię. — Kształt ziemi, jej wymiary, jej ruch wirowy. — Dlaczego mamy ciągle naprzemian dzień i noc? — Dlaczego ziemia jest u biegunów spłaszczona? — Łatwe doświadczenia.

Teraz znacie już wszystkie rodzaje ciał, z których składa się nasza ziemia. Jakich ciał mamy najwięcej: mineralnych, roślinnych, czy zwierzęcych? — (Mineralnych). — Cała ziemia składa się prawie wyłącznie z ciał mineralnych; zajmują one nieskończenie więcej miejsca, aniżeli rośliny i zwierzęta, które znajdujemy tylko na powierzchni ziemi, lub pod samą po-

wierzchnią. — Skoro poznaliśmy już ciała, składające naszą ziemię, pomówmy więc teraz o samej ziemi. Jaki kształt ma cała ziemia nasza? — (Kulisty). — Jakie dowody przypominacie sobie z geografji na to, że ziemia ma kształt kulisty? — (Podróże naokoło świata; okrągły obwód horyzontu w każdym miejscu; powiększanie się horyzontu w miarę wznieszenia się spostrzegacza w górę; ukazywanie się przedewszystkiem szczytów, następnie środka, wreszcie podstawy gór, wież, domów, w miarę zbliżania się człowieka z oddali do tych przedmiotów; również ukazywanie się naprzód wierzchołków, następnie całych masztów i pudła okrętu w miarę jego zbliżania się do nas; naodwrot, stopniowe znikanie części wysokich przedmiotów w miarę ich oddalania się; cień ziemi na księżycu w czasie zaćmienia księżyca). (Gdyby uczniowie nie znali jeszcze tych dowodów, winien nauczyciel poświęcić cały wykład na udowodnienie kulistości ziemi).

Czy wiecie, jak wielką jest ta kula ziemską? Gdybyśmy ją chcieli obejść dookoła na równiku, musielibyśmy prze-

być 5,400 mil; idąc prawie bez wytchnienia, po 5 mil na dobę, trzebaby na to trzech lat czasu. Rozumie się, że obejść ziemi wokół nie można, bo napotkalibyśmy po drodze morza, których pieszo przejść niepodobna; napotkalibyśmy wysokie góry i inne przeszkody, na przewyciężenie których stracilibyśmy dużo czasu i sił. Czy wiecie, jak daleko jest od powierzchni do samego środka naszej kuli ziemskiej? — 859 mil! Gdybyśmy więc chcieli przewiercić ziemię na wylot, trzebaby zrobić otwór na 1,718 mil długi! Widzicie, jak wielką jest ta nasza ziemia. — Mierząc ziemię, we wszystkich kierunkach, przekonano się, że na dwóch przeciwległych końcach jest ona nieco spłaszczona. Te dwa przeciwległe końce nazywamy biegunami. Taki kształt kuli, z dwóch przeciwnych stron nieco spłaszczonej,

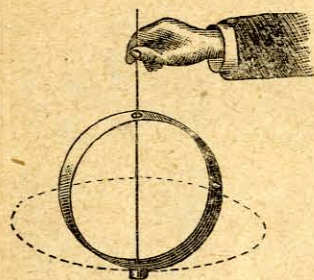


Rys. 47. Dzień i noc na ziemi.



nazywa się sferoidą. Ziemia więc jest wielką sferoidą, unoszącą się w przestrzeni, na niczem nieopartą.

Ziemia bezustannie się porusza, kręci się, czyli obraca sama wokoło siebie, tak jak bąk w ruch puszczony. Wygląda to tak, jakby ziemia obracała się wokoło osi, przechodzącej przez jej dwa bieguny; w rzeczywistości jednak takiej osi nie ma. Ten obrót ziemi nazywamy ruchem wirowym. W ciągu jakiego czasu wykonywa ziemia jeden taki obrót? — (W ciągu doby). — Połowa kuli ziemskiej odwrócona do słońca jest oświetlona, druga połowa znajduje się w cieniu (rys. 47); ponieważ zaś ziemia obraca się, więc każdy punkt na ziemi jest naprzemian przez pół doby oświetlony, a przez drugie pół doby znajduje się w cieniu. *(Należy to objaśnić, obracając globus lub jakąś kulę z jednej strony oświetloną; cały wykład należy objaśniać rysunkami, kreślonemi na tablicy).* — Jak się nazywają te dwie połowy doby? — (Dzień i noc). — Powtórzcie więc, skąd powstaje na każdym miejscu ziemi naprzemian dzień i noc?

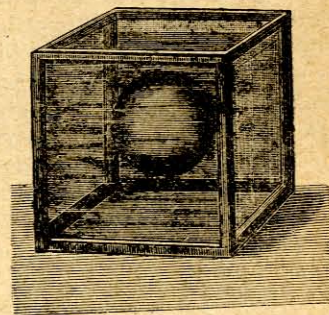


Rys. 48. Spłaszczenie pierścienia przy obrocie.

wokoło swej osi obraca. Można się o tem przekonać następującym sposobem:

Weźmy pasek papieru (odcięty np. z ćwiartki arkusza) na pół palca szerokości, i sklemy jego dwa końce z sobą; otrzymamy pierścień papierowy. Postawmy ten pierścień pionowo i przyklejmy go u dołu kroplą gumy lub kłajstru do małego koreczka. Na przeciwnym końcu pierścienia, u góry, zrobmy otwór dość szeroki, aby swobodnie wprowadzić drut, (np. wyprostowaną szpilkę podwójną do włosów), którego dolny koniec wtykamy przez ten pierścień w ów korek, przyklejony do pierścienia (rys. 48). Jeżeli teraz ujmijemy za górny koniec drucika palcami i zaczniemy go w palcach skręcać, zobaczymy, iż cały pierścień, obracając się dokoła osi, wyobrażonej przez drucik, silnie się spłaszcza (jak wykazuje linja kropkowana na rysunku) i to bez względu, czy trzy-

mamy pierścień ku dołowi, czy korkiem ku górze lub cały drucik poziomo. Możemy to samo powtórzyć z kilkoma (2-ma, 3-ma i t. d.) pierścieniami skrzyżowanymi, to jest złączonymi tak, aby wyobrażały kulę. — Zapomocą maszyny do wprowadzenia w szybki ruch wirowy ciał, możnaby pokazać, iż tak samo spłaszczają się nawet żelazne, stalowe, czy mosiężne obręcze. — Tak samo zupełnie spłaszcza się i kula, obracająca się wokoło swej osi. Wiecie, że kropla oliwy, wpuszczona do wody, wypływa na wierzch, lecz gdybyśmy przedtem dodali do wody spirytusu, który jest lżejszy od oliwy, możnaby wpuścić w sam środek takiej mieszaniny wody ze spirytusem kroplę oliwy i przekonać się, że ona wówczas nie wypłynie na powierzchnię cieczy, lecz pozostanie w środku i przyjmie kształt kulisty (rys. 49). Jeżeli do takiej kropli oliwy wstawimy drucik i zaczniemy go szybko, ale jednostajnie, bez wstrząśnięć, obracać zapomocą maszynki do wprowadzania ciał w ruch obrotowy, to i kropla oliwy zacznie się również obracać, a wówczas łatwo dostrzeżemy, iż kulista dotąd kropla poczyną się spłaszczać u biegunów. Im prędzej obraca się pierścień lub kula, tem bardziej spłaszcza się przy biegunach.



Rys. 49. Kropla oliwy przyjmuje kształt kulisty.

Wiecie już, że kula ziemską była niegdyś roztopioną masą; wirując ciągle, masa ta musiała się więc spłaszczyć przy biegunach; a gdy powierzchnia jej zastygła i utworzyła twardą skorupę, spłaszczenie pozostało, tak że teraz ma już ziemia stale kształt sferoidy. *(Następuje, jak zwykle, streszczenie wykładu i pytania).*

Opiszcie na przyszłą lekcję 3-cią grupę minerałów: sole; wyliczcie, jakie ciała do niej zaliczamy i opiszcie sól kuchenną.



## W Y K Ł A D XLVII.

**Ruch postępowy ziemi dookoła słońca.** — Jaką była ziemia niegdyś i jakie były na niej ciała? — Kiedy mogła powstać na niej kreda, woda i t. d. — W jakich stanach widzimy obecnie wodę na ziemi.

Czy ziemia wiruje ciągle w jednym miejscu? — Wirując, ziemia porusza się przytem, przenosi się z miejsca na miejsce, coraz dalej wokoło słońca, w przestrzeń, obracając się ciągle. Ten ruch podwójny jest podobny do ruchu bąka, który, gdy go puścimy w ruch na stole, nie tylko obraca się wokoło siebie, lecz jeszcze posuwa się po stole — lub do ruchu pary osób tańczących, które kręcą się i poruszają jednocześnie naprzód. To posuwanie się naprzód nazywamy ruchem postępowym. Ziemia więc ma ruch podwójny: 1) obrotowy — wokoło swej osi, i 2) postępowy — wokoło słońca. — Jakiego czasu wymaga ziemia, aby obejść słońce zdala dookoła i wrócić na dawne swe miejsce? — (Jednego roku). — W jakiej odległości znajduje się ziemia od słońca? — Dwadzieścia milionów mil. — Ponieważ ziemia znajduje się tak daleko od słońca, przeto możecie sobie wystawić, jak ogromną jest ta droga, którą ziemia co rok wokoło słońca obiega! — Pomimo tej odległości światło słoneczne jeszcze do nas dochodzi! — Co otrzymujemy jeszcze od słońca oprócz światła? — Ciepło! — Czy słońce jednakowo ogrzewa wszystkie części ziemi? — Nie. — Gdzie jest najcieplej na ziemi? — Na równiku. — *(Nauczyciel winien przekonać się, czy uczniowie dobrze rozumieją, co to jest równik, w przeciwnym razie należy to dokładnie objaśnić).* — Gdzie jest na ziemi najzimniej? — Na biegunach.

Znacie już teraz kształt ziemi i jej ruchy. Prócz tego, dawniej dowiedzieliśmy się, że ziemia zawiera rozpalone wnętrze i twardą skorupę, złożoną ze znanych już nam minerałów. — Powtórzcie, jakie dowody przytoczyliśmy dawniej na to, że wnętrze ziemi jest masą roztopioną lub przynajmniej rozpaloną? — (Ciepło w głębokich kopalniach i studniach; powiększanie się ciągle ciepła w miarę jak zapuszczamy się w głąb ziemi; woda wydobywająca się z głębokich źródeł jest gorącą; huki podziemne; trzęsienie ziemi; wybuchy wulkaniczne, wyrzucające roztopioną lawę, dym i płomień). — Jakim sposobem objaśniliśmy to wewnętrzne gorąco ziemi? — Ziemia była niegdyś cała rozpalona, tak jak obecnie słońce, lecz później na powierzchni zastygła. — Jaki dowód przyto-

czyliśmy jeszcze na zeszłej lekcji na to, że ziemia była cała roztopiona? — (Spłaszczenie ziemi). — Cała ziemia, wszystkie minerały, z których się ona składa, były niegdyś roztopione; czy mogła wówczas znajdować się na ziemi woda? — (Nie). — Dlaczego? — (Gdyż w tak silnem gorącu wyparowałaby). — Wody na ziemi wówczas nie było, nad rozpaloną kulą ziemską unosiły się tylko wokoło, wysoko, w górze, gęste kłęby pary, jakby ciągły nieprzerwany, gruby obłok. — Czy mogła wówczas w ziemi znajdować się kreda i inne wapniaki? — (Nie). — Dlaczego? — (Gdyż rozłożyłyby się na wapno i kwas węglowy). — Istotnie, w ziemi rozpalonej znajdowało się tylko wapno, kwas węglowy zaś unosił się wysoko nad kulą ziemską, tak jak i para wodna.

Tak samo bardzo wiele innych minerałów było nie tylko w stanie stopionym, lecz unosiło się nad ziemią jako gazy. — W miarę jak ziemia powoli stygła, roztopione minerały twardniały i zamieniały się w ciała stałe, gazy skraplały się w ciecz; kwas węglowy łączył się z wapnem i tworzył wapniaki; para wodna również się skraplała i padała rzęsim deszczem na ziemię, z której jednak wnet wyparowywała.

Kiedyż więc woda mogła utrzymać się w stanie płynnym na powierzchni ziemi? — (Gdy powierzchnia ta znacznie już ostygła). Woda oblewała wówczas całą kulę ziemską dookoła jednociągłą warstwą. Kula ziemska składała się więc w owym czasie z czterech kul, tkwiących kolejno jedna w drugiej: 1 wewnętrzne jądro stanowiła kula ognisto-płynna; 2 otaczała ją kula twardej skorupy mineralnej; 3 tę oblewała dookoła woda; 4 tę kulę wodną otaczała kula ciał lotnych.

Ale zastygła skorupa ziemi była z początku jeszcze bardzo cienką; gazy, wydobywające się z roztopionej masy, ciągle rozrywały tę skorupę. Wreszcie, gdy ziemia jeszcze bardziej ostygła, utworzyła się grubsza i twardsza skorupa, której już wewnętrzne gazy rozerwać nie mogły; cisnąc na nią, wyginały ją rozmaicie, tak że potworzyły się na niej rozliczne wyniosłości i zagłębienia. Nadto skorupa ziemi, stygnąc wciąż powoli, kurczyła się i marszczyła, przez co jedne jej miejsca podnosiły się, inne opadały. — Tak i dziś jeszcze, jak już wiecie, w wielu miejscach skorupa ziemi się podnosi, w innych zapada. Dopiero wówczas, gdy te nierówności powstały, cała woda spłynęła z powierzchni ziemi w doliny i potworzyła morza i oceany; wyniosłości zaś utworzyły lądy stałe.



Niektóre wapniaki, jak np. kreda, mogły dopiero wówczas się utworzyć, gdy już istniały morza, — gdyż, jak wiecie, kreda tworzy się w morzu.

Obecnie mamy już dość grubą i twardą skorupę na kuli ziemskiej, tworzącą obszerne wyniosłości i wysokie góry, oraz wielkie i rozległe głębie, wypełnione wodą, czyli morza. Prócz tego, wokoło ziemi pozostała jeszcze powłoka gazowa, czyli powietrze, niezawierające jednakże już tylu różnych gazów, ile wówczas. Tym sposobem skorupa ziemi składa się nie tylko z twardej, stałej części, lecz jeszcze z płynnej, czyli wody, i z lotnej, czyli powietrza.

Te dwie części, wodę i powietrze, musimy bliżej poznać, zanim przejdziemy od ziemi do innych ciał.

O wodzie wiecie już nieco, powiedzcie, jakie to jest ciało: stałe, płynne, czy lotne? — (Płynne). — Czy zawsze bywa ona w stanie płynnym? — (Może być w stałym i lotnym). — Jak nazywamy wodę w stanie stałym? — (Lodem). — A w stanie lotnym? — (Parą). — Kiedy woda zamienia się w lód? — (Gdy marźnie). — A w parę? — (Gdy się gotuje). — Jakim sposobem można, naodwrot, zamienić parę w wodę? — (Przez oziębienie). — A lód na wodę? — (Przez ogrzanie). — W jakiej porze roku widzimy najczęściej wodę w stanie stałym? — (Zimą). — W jakich miejscach na ziemi znajduje się woda w stanie stałym przez rok cały? — (Przy biegunach). — Przy biegunach znajdują się obszerne morza lodowate, wiecznie lodem pokryte, wskutek czego, statkiem ani okrętem przedostać się przez nie nie można. — Czy przypominacie sobie, jaki kształt przyjmują często krople wody, marznąć? — Na przyszłych lekcjach poznamy bliżej lód, wodę i parę. Tymczasem opiszcie na przyszłą lekcję 4-tą grupę minerałów; wyliczcie, jakie ciała do niej zaliczamy, i opiszcie pokrótce wszystkie te ciała.

## W Y K Ł A D XLVIII.

**Lód, ważne jego własności. — Lód jako siła niszcząca. — Kamienie narzutowe.**

Opowiedzcie, jak wygląda lód z kształtu, barwy, połysku, przezroczystości. — Czy lód jest ciałem jednorodnym, czy różnorodnym? — Jakie znacie jeszcze ciała podobnie jedno-

rodne, bezbarwne, przezroczyste, połyskujące? — (Sól kuchenna w kawałach, cukier lodowaty, szkło, kryształ górski, szpat islandzki, bezbarwny gips, diament i t. p.). — Czem się lód różni od tych ciał? — Jest miększy, nie ma smaku, topi się nadzwyczaj łatwo, ma inny skład, gdyż jest czystą wodą, ma inny ciężar i t. d.). — Jak się wam zdaje, co jest lżejsze: lód, czy woda? — Gdybyśmy wzięli równą objętość wody i lodu, to lód byłby lżejszym. Można się zresztą o tem łatwo przekonać bez ważenia tych ciał. Z czego to wnosimy wprost, bez ważenia, że lód jest lżejszy od wody? (*Jeżeli uczniowie nie umieją od razu odpowiedzieć, nauczyciel naprowadza pytaniami: co jest lżejsze: korek, czy woda? — oliwa, czy woda? — kamień, czy woda? — Jak się o tem przekonywamy?*). — Widzimy, zwłaszcza z wiosną, gdy lody puszczają, że kra pływa na powierzchni wody; skoro lód na wodzie pływa, nie tonie, jest więc od niej lżejszy. Zapamiętajcie to sobie dobrze, gdyż ta własność lodu jest nadzwyczaj ważną; gdyby nie ta własność, rośliny i zwierzęta nie mogłyby żyć na ziemi. Wszystkie inne ciała nie mają tej własności; w stanie stałym są prawie wszystkie ciała cięższe, niż w stanie płynnym; woda stanowi pod tym względem wyjątek. Woda w rzekach, stawach i t. p. marźnie tylko na powierzchni; choć tworzy się na tych wodach bardzo gruba warstwa lodu, to jednakże pod nią znajduje się jeszcze woda.

Cóżby się stało, gdyby lód był cięższym od wody? — (Opadałby na dno). — Rzeki i inne wody zamarzałyby wówczas, poczynając od dna w górę, aż wreszcie zamarzałyby cała woda; rośliny wodne, zwierzęta, t. j. ryby, raki i t. p., nie mogłyby w wodach żyć, zamarłyby w lodzie. Z wiosną promienie słoneczne roztopiłyby tylko górne warstwy tego lodu, całe rzeki do dna stopićby nie mogły, mielibyśmy na dnie wieczny lód, byłoby na ziemi daleko zimniej niż jest obecnie, deszcze byłyby rzadsze. — A gdyby nawet słońce stopiło lód w rzekach do dna, rzeki byłyby martwe, nieby w nich nie ożyło; a od życia roślin i zwierząt wodnych zależy przecież życie zwierząt lądowych, — wszystko na świecie jest w związku z sobą.

Lód jest lżejszy od wody dlatego, że woda, marznąć i zamieniając się w lód, rozszerza się. Gdybyśmy napełnili szklankę po brzegi wodą i zamrozili tak, aby cała woda w lód się zamieniła, zobaczylibyśmy, że lód w szklance zajmuje więcej miejsca, niż przedtem zajmowała woda, t. j. lód wystąpi z brzegów szklanki. To rozszerzanie się marznącej wody od-



bywa się ze znaczną siłą. Gdybyśmy np. napełnili butelkę wodą i wystawili na silny mróz, to woda, marznąca w butelce, rozerwałaby ją. Nawet grube żelazne naczynia rozrywa woda, gdy, marznąca w nich, nie ma dostatecznego miejsca, aby się rozszerzyć; a gdybyśmy wzięli naczynia, żelazne o tak grubych ściankach, że woda nie zdołałaby ich rozerwać, wówczas woda, którą napełnimy takie naczynia, nie zamarźnie nawet na najsilniejszym mrozie. Dlatego świeże, wilgotne drzewo, beczki napełnione wodą i t. p. na mrozie pękają. Grunt zaorany w jesieni jest na wiosnę pulchniejszy, gdyż woda, marznąca w ziemi zimą, rozpycha ją. Z tego powodu gline, przeznaczoną na wyroby, wydobywają w jesieni i pozostawiają na powietrzu do wiosny, aby przez zimę wsiąkająca w nią woda marzła, rozpychała i czyniła ją pulchniejszą, podatniejszą do wygniatań.

Nie tylko ziemia, lecz najtwardsze kamienne skały, góry, kamienie — zimą pękają. Gdy woda, ściekająca w jesieni w szpary, szczeliny, zagłębienia i t. p. gór, marźnie zimą, rozpycha ona te szczeliny i zagłębienia tak, że stają się większe i z przyszłym rokiem więcej w sobie wody pomieszcza; a gdy ta większa ilość wody następnej zimy znów zamarźnie, rozpycha ona jeszcze bardziej te szczeliny. Tym sposobem z każdym rokiem szpary i szczeliny coraz bardziej się powiększają; góra w różnych miejscach i w różnych kierunkach pęka, a gdy wreszcie kilka szczelin zejdzie się z sobą, część góry, jakby obłupana, oddziela się i z łoskotem stacza się z wysokości, rozbijając się często po drodze na mniejsze kamienie. Tak co rok z każdej góry odpadają ciągle całe kawały, t. j. kamienie — i dlatego u stóp gór i na ich pochyłościach widzimy zawsze mnóstwo kamieni. Tak to bezustannie góry, wskutek zamarzania w nich wody, pękają, zmniejszają się, zato ilość kamieni na ziemi się zwiększa. Te kamienie co zima w ten sam sposób pękają i rozpadają się. Małe kamienie są porywane przez potoki i strumienie do rzek, które je znoszą do morza. Morza więc i doliny stopniowo się wypełniają. Jeżeli pod górą znajduje się rzeka lub morze, to kamienie, spadające z gór, padają na lody, pokrywające zimą te wody; a gdy z wiosną lody puszczają, kra unosi z sobą te kamienie w dalekie strony. Tak często zdarza się, że ogromne kry, jakby statki lodowe pędzone wiatrem, niosą na sobie wielkie kamienie, przenosząc je z jednego brzegu morza na drugi, np. z gór Skandynawskich na przeciwległy

brzeg morza Bałtyckiego. Lody te jednak w drodze często stopniowo topnieją i niesione przez nie kamienie toną w morzu, opadają na dno lub zostają wyrzucone na brzeg. Tym sposobem na dno morza opada co rok wiele kamieni; a gdy dno to z czasem się wyniesie nad poziom morza, powstanie ład stały, usiany pojedynczo rozrzuconymi kamieniami, tak jak to widzimy obecnie w wielu miejscach, że równiny są usiane kamieniami.

Takie kamienie, np. okrągłaki granitu, gnejsu i t. p., rozrzucone po równinach, a widocznie z gór pochodzące, nazywają się kamieniami narzutowymi. Jak mówiliśmy, znajdujemy je pospolicie i na naszych polach. Skąd się więc tu wzięły? — Jakże jeszcze mamy dowody na to, że nasz kraj był niegdyś dnem morskim? — Wiecie już, że te kamienie nie pozostają wiecznie takie same. Z czasem wreszcie tworzy się z tych ciał ziemia rodzajna. Tak to góry ciągle rozpadają się, zostają powoli znoszone w inne miejsca i dają początek ziemi uprawnej. — Pod działaniem więc lodu i wody, bezustannie, acz powoli, góry i wyniosłości się zmniejszają; doliny i zagłębienia, przeciwnie, wypełniają; woda dąży do zrównania całej powierzchni ziemi. Ta dziwna własność lodu, która utrzymuje przy życiu istoty wodne, jest zarazem przyczyną ciągłych zmian powierzchni i przysparza nam ziemi rodzajnej. *(Po zwykłym streszczeniu i pytaniach nauczyciel zadaje do opisanie 5-tą grupę minerałów, metale; wyliczyć należące tu ciała, z oznaczeniem, jakie są samorodne, jakie wydobywają się z rud, jakie są najcięższe, najtrudniej topliwe, najłatwiej klepalne).* Przeczytajcie sobie książeczkę Piotrowskiego: »Skąd się wzięły kamienie na polach naszych«.

## W Y K Ł A D XLIX.

Woda w stanie płynnym, jej własności i jej rodzaje. — Cedzenie. — Filtry miejskie w Warszawie.

Opisaliśmy już lód; przejdźmy do poznania wody. — Jakbyście opisali wodę? (Jest to ciało płynne, bezbarwne, jednorodne, przezroczyste, bezwonne, bez smaku). — Woda nie jest zupełnie bezbarwną; tylko wtedy, gdy mamy niewiele wody, wydaje się ona nam bezbarwną; w wielkiej masie,



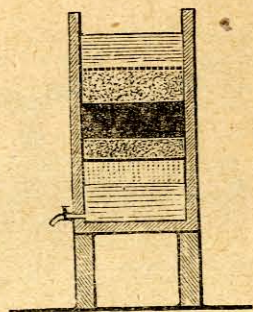
jak np. w morzu, widzimy w niej zawsze odcień zielonawy. — Jakie jeszcze znacie ciało, które w cienkiej warstwie jest bezbarwne, w grubszej zaś zielone? — (Szkło). — Niekiedy ma woda morska jeszcze inne kolory, ale to pochodzi z tego, że się w niej znajdują obce ciała. — Tak samo tylko czysta woda jest zupełnie przezroczystą; zwykle też woda ma smak wskutek tego, że są w niej rozpuszczone różne ciała; zupełnie czysta woda nie ma smaku. — Wyliczcie, gdzie widzimy na ziemi wodę? — (W źródłach, strumieniach, stawach, rzekach, jeziorach, morzach, oceanach). Woda znajduje się też często pod ziemią, np. taka, którą pompujemy w studniach lub która jest powodem wilgoci mieszkań, — taka woda nazywa się zaskórna. — A w jakiej postaci widzimy wodę nad ziemią? — (Obłoki, chmury, mgła, rosa, deszcze i t. d.). Gdzie widzimy najwięcej wody? — (W oceanach, morzach). — Co zajmuje na powierzchni ziemi więcej miejsca: woda, czy ląd stały? — (Woda). — Ile razy więcej? — (Prawie 3 razy). — Ale gdybyśmy wzięli pod uwagę nie samą powierzchnię, lecz całą masę wody i całą masę ziemi, to rozumie się, że ziemi będzie więcej.

Jaki smak ma woda morska? — (Słony). — Dlaczego? — (Zawiera bardzo wiele rozpuszczonej w niej soli kuchennej). — Dlatego też takiej wody używać do picia nie można, tem bardziej, że w niej ciągle gniją po śmierci różne rośliny i zwierzęta morskie, co nadaje tej wodzie jeszcze smak gorzkawy. — Okręty, puszczające się w podróż morską, muszą z tego powodu zaopatrywać się w wodę do picia; a gdy im w drodze jej zabraknie, załoga nie może niczem ugasić pragnienia, choć ma wokoło siebie całe morze wody. — Wodę rzeczną, która nie ma smaku słonego, lecz, przeciwnie, ma smak przyjemny i jest zdatną do picia, nazywamy dla odróżnienia wodą słodką, choć właściwie słodką nie jest. Woda rzeczna jest jednak nieczystą, nieraz zobaczyć w niej można pływające gałązki, korzenie, zgniłe liście, różne odpadki, dostające się wraz ze ściekami, piasek, ziemię, które rzeka, płynąc, z sobą porywa; w wodzie tej ciągle gniją ryby i inne rzeczne zwierzęta; wreszcie w wodzie rzecznej żyje mnóstwo drobnych, niedostrzegalnych istot, które często mogą spowodować choroby. Dlatego trzeba wodę rzeczną, przeznaczoną do picia, przedtem oczyścić.

Jakim sposobem można wodę mętną oczyścić? — (Przecedzając ją). — Przez co przecedzaliśmy dawniej mętne roz-

twór soli? — (Przez bibułę). Gdybyśmy mieli precedzić tak wielką ilość wody, jakiej się używa w każdym domu w ciągu dnia do picia, nie moglibyśmy już jej precedzać przez bibułę. Po mieszkaniach używane są czasami do cedzenia wody duże filtry, t. j. naczynia z dnem dziurkowanym, napełnione węglem drzewnym (rys. 50); woda, przechodząc przez węgiel, nie brudzi się, lecz przeciwnie, oczyszcza się i staje się klarowną, jak woda źródłana. Węgiel ma tę własność, że czystą wodę przepuszcza, lecz wszystkie męty, nawet farby i zapachy, zatrzymuje; gdybyśmy przez węgiel przepuścili wodę zafarbowaną, np. atrament czerwony lub wodę, mającą jakiś zapach, np. wodę z ciałami gnijącymi, to przez węgiel przeszłaby tylko czysta, bezbarwna i bezwonna woda. Cedzić czyli filtrować można także przez wypaloną, porowatą glinę, przez czysty piasek, który również męty zatrzymuje, przez płótno żaglowe i inne porowate ciała.

W wielkich miastach, np. w Warszawie, otrzymujemy wodę do picia nie wprost z rzeki, ale z wodociągów, urządzonych po mieszkaniach i na ulicach. Wodociągi są to rury, które przepływa woda z rzeki, np. u nas z Wisły. Wody z wodociągów niema już potrzeby filtrować, gdyż zanim zostanie wpuszczoną do rur, jest już naprzód precedzoną. W War-



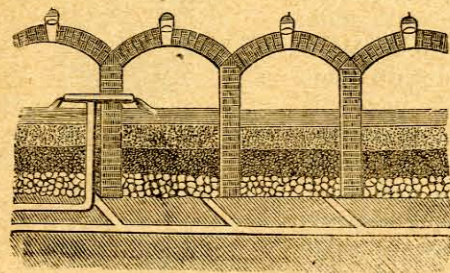
Rys. 50. Filtr domowy.

szawie, na Koszykach, znajdują się ogromne filtry, jakby szereg podziemnych, obszernych domów; w tych filtrach ułożone są wysoko warstwami naprzód wielkie kamienie, następnie mniejsze, potem jeszcze drobniejsze, a na samym wierzchu gruba warstwa drobnego, czystego piasku (rys. 51). Ze środka Wisły prowadzi wodę wielka, szeroka rura, czyli smok, aż do tych filtrów na Koszykach. Ponieważ jednak ulica Koszykowa leży wyżej niż Wisła, a woda nie poszłaby sama rurą pod górę, więc nad rzeką na Solcu stoją maszyny, pompujące silnie wodę ze smoka w rurę, którą ta woda idzie aż do filtrów na Koszykach. Tam wylewa się ona, jeszcze mętna, na powierzchnię filtrów, t. j. na piasek, przecieka przez warstwę piasku i kamieni aż na spód filtrów; przeciekając przez piasek, kamienie, oczyszcza się zupełnie. (Wykład należy zilustrować rysunkami na tablicy, według rys. 51).



Czysta woda ścieka znów w rury, którymi rozchodzi się po mieście. — Jak są urządzone wodociągi, opowiem na jednej z przyszłych lekcji.

Gdyśmy dawniej filtrowali roztwór soli, widzieliście, że filtr zatrzymuje tylko męty, ale sól rozpuszczona w wodzie przeszła wraz z wodą przez filtr. Zapomocą filtrowania można zawsze tylko oczyścić wodę od mętów, lecz nie od ciał w niej rozpuszczonych. Woda rzeczna zawiera prócz mętów jeszcze i minerały rozpuszczone, gdyż woda rzeczna, jak i każda znajdująca się w ziemi lub przepływająca po jej powierzchni, przecieka ciągle przez różne grunty i rozpuszcza w sobie z ziemi wszystko, co rozpuścić się daje: różne sole, rdzę żelazną, wapno i t. d. Dlatego to woda rzeczna i źródłana ma



Rys. 51. Wielkie filtry miejskie.

Sklepienie filtrów, wychodzące nad poziom ziemi, z otworami wentylacyjnymi.

Woda doprowadzona z Wisły.

Piasek.

Zwir.

Kamienie.

Rura, odprowadzająca wodę przefiltrowaną.

smak przyjemny i jest zdrową do picia, chyba, że zawiera zbyt wiele ciał rozpuszczonych lub ciała szkodliwe. Gdy więc wodę rzeczną precedzamy, oczyszczamy ją tylko od mętów, lecz ciała rozpuszczalne w niej pozostają.

Jakim sposobem możnaby oczyścić wodę od ciał rozpuszczonych w niej? — (Zapomocą destylacji czyli przekropleń). — Przypomnijcie sobie, na czym polega destylowanie wody? — Czy woda deszczowa także zawiera ciała rozpuszczone? — (Nie). — Dlaczego? — (Bo nie przepływa jeszcze przez ziemię). — Jak nazywamy wodę deszczową? — (Miękką). — Więc dlaczego jest ona miękką? — (Bo nie zawiera w sobie rozpuszczonych soli). — Jak nazywamy wodę, zawierającą takie ciała. — (Twardą). — Więc czy można sztucznie zmienić wodę twardą w miękką? — (Można). — Jakim spo-

sobem? — (Przez destylację). — A miękką w twardą? — (Przepuszczając przez sole lub ziemię). — Miękką wodą, nieprzydatną do picia, nadaje się jednak do prania; twarda woda jest do tego celu gorszą, gdyż mydło się w niej warzy. — Dawniej mówiliśmy, do czego woda miękką bywa jeszcze używana? — (Po streszczeniu wykładu i podyktowaniu zapytań nauczyciel zadaje do opisanego żelazo). Jeżeli polecane dawniej do czytania książeczki przeczytaliście, a macie jeszcze czas i ochotę do czytania, przeczytajcie książeczkę Brzezińskiego: „O morzach i lądach“.

## WYKŁAD L.

Rzeki. — Krążenie wody na ziemi. — Woda jako siła przekształcająca powierzchnię ziemi. — Utwory ogniowe i wodne. — Ich układ.

Skąd bierze się woda w rzekach? — Ścieka z gór, ze źródeł, z błot, ze śniegu). Woda deszczowa ścieka strumykami w niższe miejsca; tak samo ścieka woda z topniejących śniegów, pokrywających szczyty gór; również woda zaskórna przecieka przez ziemię, zbiera się w niższych miejscach, jeżeli niżej już w ziemię wsiąknąć nie może (t. j. jeżeli np. napotka pokład gliny lub kamienia, w które nie wsiąka), i tworzy źródła, które, gdy obficie woda dopływa, wytryskują z ziemi. Wreszcie tak samo wypływa woda strumykami z wielkich błot, bagien, torfowisk, stawów. Strumyki wody spływają z różnych stron, łączą się z sobą i tworzą większe strumienie, te strumienie spotykają się, łączą się i tworzą rzeczki, a rzeczki czyli dopływy w ten sam sposób tworzą wielkie rzeki. Dokąd wylewa się woda z rzek? — (Do morza). Dlaczego rzeki płyną zawsze w jedną stronę, ku morzu? — (Bo biorą początek w górzystych miejscach, a morza leżą w dolinach). Do każdego morza wlewa się bezustannie mnóstwo rzek; trwa to już tysiące lat; czemuż więc wreszcie morza nie przybiorą i nie przelewają się? — (Bo woda z nich paruje). — Tak samo paruje woda z jezior, stawów, rzek, błot i t. p. — Co się z tą parą dzieje? — (Tworzy obłoki). — Jak nazywamy parę skraplającą się nad samą ziemią? — (Opary, mgła). — (Jeżeli nie uczyniono tego w wykładzie XVII, można w tym miejscu powtórzyć z uczniami wiadomości, dotyczące tworzenia się rosy, szronu, deszczu, śniegu, gradu i t. p.). A jak nazywamy wodę



skraplającą się wysoko nad nami? — (*Obłoki i chmury*). — Co będzie, gdy krople wody z chmur spadną napowrót na ziemię? (*Deszcz, śnieg, grad*). — Deszcze i śniegi znów tworzą strumyki, łączące się w rzeczki i rzeki; płyną znów ku morzu, skąd parują, unoszą się w górę i spadają na ziemię. Tak to cała woda na ziemi ciągle krąży wokółko; nazywamy to, jak już mówiliśmy, krążeniem wody.

W tym ruchu woda ciągle pracuje; przeciekając przez ziemię, rozpuszcza w sobie różne ciała i zanosi je w morze, gdzie już pozostają, — bo gdy woda z morza paruje, nie unosi już z sobą rozpuszczonych w niej ciał. Woda nie tylko rozpuszcza w sobie ciała, lecz zmywa piasek, glinę, ziemię, unosząc je z sobą; często porywa kamienie, podmywa skały, wyrzuca rośliny, nieraz całe drzewa, jeżeli płynie silnym prądem. Ściekając z gór, stacza z sobą kamienie, które poodpadały zimą, gdy góry od mrozu popękały. Kamienie, spadając, zaokrąglają się, rozbijają się na części, uderzają jedne o drugie, przyczem powierzchnie ich wygładzają się; kamienie, płynąc dalej z rzeką i uderzając się o siebie, trąc się o dno i brzegi rzeki, o wodę, coraz bardziej się zmniejszają; wreszcie, daleko od góry, gdzie rzeka płynie już wolniej i spokojniej szerszym korytem, opadają na dno. Z tego powodu, daleko od źródeł rzeki nie widzimy już wielkich kamieni, tak jak u stóp gór, lecz tylko drobne kamyki zaokrąglone i ogładzone. (*Nauczyciel pokazuje kamyki żwiru*). — Jak się nazywają takie kamyki? — (*Żwirem*). — Wzdłuż brzegów każdej rzeki zobaczycie mnóstwo żwiru; im dalej, tem żwir jest drobniejszy. Rzeka powoli płynąca nie porywa już z sobą tego żwiru, posuwa go tylko powoli.

Wiecie już, co dalej dzieje się z kamieniami. — Pod wpływem wody i powietrza szpat polny kruszy się i wietrzeje, zamienia się w glinę; kwarc kruszy się i zamienia w piasek. Piasek i glinę woda zmywa i unosi dalej. Z tego powodu przy ujściu rzeki niema już ani kamieni, jak na początku, ani żwiru, jak na środku rzeki, lecz tylko piasek. Piasek jest cięższy od gliny i dlatego opada w wodzie prędzej niż ona. Gdybyśmy w szklance wody zmieszali piasek i glinę i odstawili na czas pewien, piasek wkrótce opadłby na dno szklanki, glina długoby się jeszcze w wodzie unosiła i nareszcie opadłaby na piasek; utworzyłyby się wtedy w szklance trzy warstwy: na dnie warstwa piasku, nad nią warstwa gliny, a wyżej czysta woda.

Gdy rzeka wpada do morza, piasek, który ona przynosi opada blisko ujścia, a glina opada znacznie dalej. Z tego powodu przy samem ujściu rzeki dno morskie ciągle się od nanoszonego piasku podnosi, tak że wreszcie tworzy się wysepka, przeszkadzająca rzece uchodzić w morze. Rzeka w tem miejscu rozdziela się na dwie odnogi, wpływające do morza po obu stronach wysepki, ciągle się powiększającej. Tak samo tworzą się z czasem także wysepki przy każdej odnodze; każda prawie rzeka jest z tej przyczyny przy ujściu swem rozdzielona na odnogi. (*Narysować ujście rz. Wisły, rys. 52*).



Rys. 52. Ujście Wisły.

Rzeka nie zawsze płynie z jednakową szybkością. Na wiosnę, podczas przyboru, rzeka płynie szybciej niż latem, gdy wody w rzece mniej. Szybszy prąd wody wiosną unosi piasek dalej w morze, tak że na wiosnę piasek opada w tem miejscu, gdzie latem np. opadała glina — i tym sposobem na warstwie gliny tworzy się warstwa piasku.

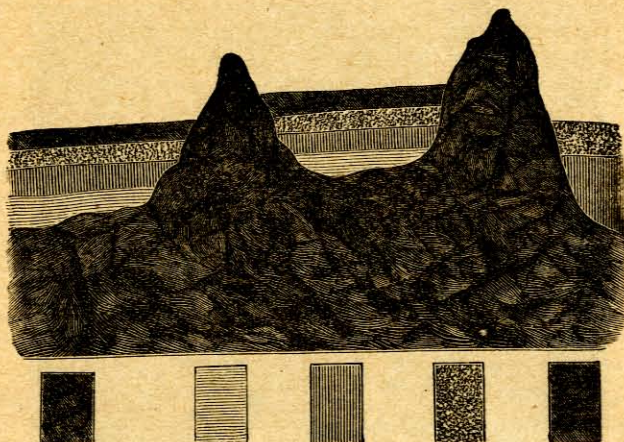
Nie tylko więc lód, lecz i woda bieżąca w silniejszym jeszcze stopniu przekształca ciągle powierzchnię ziemi, tak że powierzchnia ta nie jest wcale podobną do tej, która powstała, gdy płynna masa ziemi na powierzchni zastygła. W wielu miejscach pozostały jeszcze twarde skały granitu,



gnejsu, sienitu i t. p., nie zwietrzałe i nie zniesione wodą; takie kamienie nazywamy utworami ognio wemi.

Mamy jednak obecnie mnóstwo kamieni takich, których dawniej w roztopionej masie ziemi nie było, które wytworzyła dopiero woda, krusząc ogniowe utwory, zmywając je, unosząc na dno morza i zbijając w jedną masę, np. glina, piasek, wapienie i t. p.; takie kamienie nazywamy utworami wodnemi.

Utwory wodne są zwykle uwarstwione, t. j. złożone jakby z blaszek, leżących jedna na drugiej, np. mika, łupek szyfro-



Utwory ognio we (granit, gnejs i t. p.) Wapniaki. Glina. Piasek. Czarnoziem.

Rys. 53. Pokłady ziemi.

wy, kamień litograficzny, gips i t. p. Utwory ognio we, jak np. granit, gnejs, sienit, ponieważ utworzyły się w ziemi najdawniej, leżą w niej najgłębiej; tylko tam, gdzie podnoszą się wysoko w górę, tworzą góry, występujące ponad inne pokłady. Nad utworami ognio wemi leży glina, nad nią piasek, — a czarna ziemia, jeżeli się znajduje, leży zawsze cienką warstwą na samym wierzchu. Tam, gdzie znajdują się wapniaki, leżą one zwykle między utworami ognio wemi i gliną. W jednych miejscach brakuje gliny, w innych piasku lub jakiegoś innego pokładu, ale nigdy nie bywa tak, aby piasek

np. leżał pod gliną lub pod granitem. Postępując od dołu ku górze — napotykamy zawsze naprzód granit, gnejs, sienit i t. p., potem wapienie, marmur i piaskowce, wyżej węgiel kamienny, gips, sól, węgiel brunatny, kredę, wyżej jeszcze glinę, następnie piasek, wreszcie czarnoziem. (*Nauczyciel objaśnia to na tablicy według dołączonego rysunku 53*). — Gdy zdarzy się wam zobaczyć, jak kopia głębokie studnie lub kanały, przypatrzcie się, że naprzód wyrzucają piasek, potem glinę. Układ ten najlepiej zobaczyć można, rozpatrując strome urwiska, wysokie brzegi rzek i mórz i t. p. lub też pod miastem ziemię rozkopaną pod glinianki.

Z utworów ognio wych tylko jedna lawa, wyrzucana obecnie przez wulkany, może znaleźć się nad utworami wodnemi, wyjąwszy chyba takich utworów ognio wych, które wydostały się z głębi na powierzchnię jako góry (jak na rys. 53) lub wskutek przewrócenia się pokładów i t. p.

Przerysujcie sobie na czysto mapkę ze wszystkimi oznaczeniami, które w niej robiliśmy w ciągu roku.

## W Y K Ł A D L I.

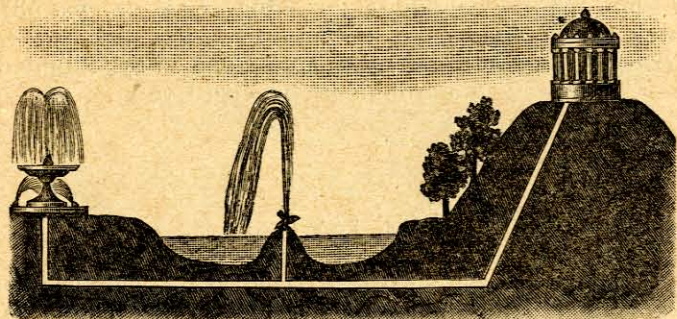
Woda w naczyniach złączonych. — Wodotryski w ogrodzie Saskim w Warszawie. — Wodociąg warszawskie; wieża ciśnień. — Ważne znaczenie wody dla ludzi, zwierząt i roślin.

Jest jeszcze wiele ciekawych rzeczy do powiedzenia o wodzie; poznamy tylko najważniejsze. Wyobraźcie sobie, że mamy dwa naczynia, z których każde posiada u dołu otworek; w te otworki wstawiamy szczelnie dwa końce rurki, tak że oba naczynia są z sobą u dołu połączone. Jeżeli teraz do jednego naczynia naleję wody, to woda przechodzi sama przez rurkę do drugiego naczynia i podniesie się w niem tak, że powierzchnia wody w obu naczyniach znajdować się będzie zawsze na jednakowej wysokości od poziomu ziemi, czy stołu. Gdybym do jednego naczynia dolał trochę wody, podniesie się również woda i w drugim naczyniu, tak że znów woda stanie w obu naczyniach na jednakowej wysokości. (*Cały ten wykład winien nauczyciel objaśniać doświadczalnie lub rysunkiem na tablicy*).

Zapamiętajcie sobie, że w dwóch naczyniach, połączonych



z sobą u dołu, woda stoi na jednakowej wysokości. Cóżby się stało, gdyby jedno z tych naczyń było duże i napełnione po brzegi wodą, a drugie bardzo małe? — (Woda wylewałaby się z małego naczynia). — Z małego naczynia woda wytryskiwałaby do takiej samej prawie wysokości, na jakiej znajduje się w naczyniu dużym. Można zamiast dwóch takich naczyń wziąć tylko jedno, z otworem u dołu, w który wstawiamy rurkę gumową i zaginamy wolny jej koniec ku górze. Jeżeli do naczynia nalejemy wody, wytryska ona z końca rurki jak fontanna. W ten sposób łatwo urządzić można wodotrysk. Gdybyśmy takie naczynie z długą rurką napełnili wodą i umieścili w pokoju gdzieś wysoko, np. na piecu lub szafie, a drugi koniec rurki, zwrócony ku górze, zawiesili nisko



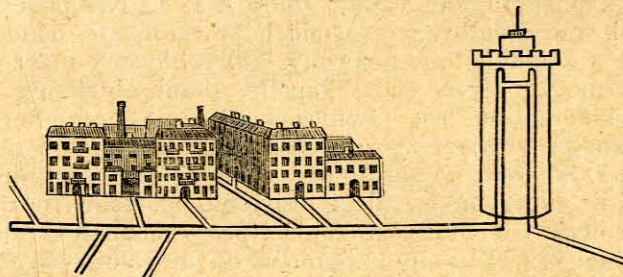
Rys. 54. Urządzenie wodotrysku.

przy podłodze, to woda wytryskiwałaby z rurki do takiej samej niemal wysokości, na jakiej umieściliśmy naczynie; rozumie się, że należy pod koniec rurki podstawić obszerne naczynie, np. miskę, aby woda nie zalewała pokoju. Tym sposobem łatwo urządzić w mieszkaniu wodotrysk. Tak samo zupełnie są urządzone i wielkie wodotryski, np. w Warszawie, w ogrodzie Saskim. — Gdzie jest tam umieszczone wysoko naczynie?

Czy widzieliście w ogrodzie Saskim, przy wejściu od ulicy Niecałej, wzgórze, na którym stoi okrągły, murowany budynek z kopułą? — Ten budynek jest to właśnie zbiornik, czyli rezerwoar wody, który służy do tego samego celu, co nasze naczynie na piecu. Z tego zbiornika idą ukryte pod ziemią rury do wodotrysków na stawie i przed bramą od placu

Saskiego. Gdy otwierają rurę, woda ze zbiornika wytryska z rury do takiej niemal wysokości, na jakiej znajduje się w zbiorniku. *(Wszystko to należy również objaśnić rysunkiem na tablicy, według rysunku 54).*

Na takiej samej zasadzie urządzone są wodociągi, o których już wspominałem. Do dolnej części miasta, np. na ulicę Dobrą, Furmańską i t. p., które leżą nisko, nad samą Wisłą, ścieka woda rurami z Koszyków wprost z filtrów i dochodzi w rurach po mieszkaniach do najwyższych pięter, gdyż nawet dachy domów na tych ulicach nie znajdują się tak wysoko, jak filtry na Koszykach. Lecz w domach przy innych ulicach, w górnej części miasta, woda nie podnosiłaby się sama w górę. Z tego powodu zbudowano przy filtrach na Koszykach bardzo wysoką wieżę, którą pewnie zdaleka widzieli-



Rys. 55. Wieża ciśnień i rury od niej rozchodzące się po mieście.

ście. W tej wieży stoją pionowo dwie rury, złączone z sobą u góry: do jednej z tych rur pompują wielkimi maszynami wodę, która u góry przepływa do drugiej rury, tak że obie bardzo wysokie rury są zawsze napełnione wodą. *(Całe objaśnienie ilustruje nauczyciel rysunkiem na tablicy, według rysunku 55).* Druga rura idzie dalej ulicami pod ziemią poziomo; z tej rury wychodzą inne, rozchodzące się po wszystkich ulicach, a z nich wychodzą węższe rury do domów, gdzie podnoszą się znów w górę i rozchodzą się po mieszkaniach. Woda z drugiej rury wieży napełnia ciągle wszystkie te rury i rurki; woda podnosi się w tych rurach do najwyższych pięter, — może się bowiem podnieść tak wysoko, jak stoi woda w wieży. Rura wodociągowa, stojąca w mieszkaniu i rura, w wieży — to jakby dwa naczynia, połączone pod ziemią trzecią rurą; w obu więc



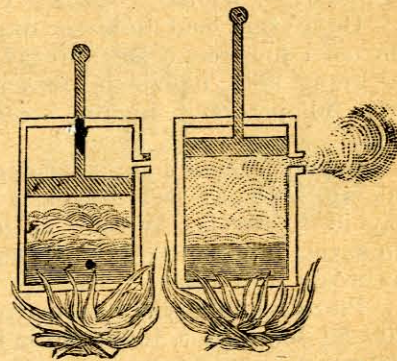
zurach, t. j. w mieszkaniu i wieży, musi stać woda na jednokowej wysokości. Ale nawet najwyższe piętra nie dochodzą w domach do takiej wysokości, jaką ma wieża, tak że z rur po mieszkaniach wytryskiwałaby wciąż woda, gdyby te rury nie były zamknięte kranami. Owa wysoka wieża na Koszykach nazywa się wieżą ciśnienia. — Widzicie, jak pożyteczne są filtry i wodociągi! — W każdym mieszkaniu, w którym mamy wodociąg, można każdej chwili mieć tyle czystej wody, ile jej tylko zapotrzebujemy. Filtry i wodociągi urządził Zarząd miasta; kosztują one bardzo wiele pieniędzy i dlatego trzeba za wodę płacić Zarządowi.

Wyliczcie, jakie użytki mamy z wody. — Woda służy przedewszystkiem do picia, do mycia i prania. Pijemy wodę wprost zimną lub gotowaną, np. w herbacie, kawie, rosale; robimy z niej różne napoje, np. lemonjadę, wodę sodową, piwo i t. p.; gotujemy w niej mięso i t. d. Nie pijąc wody, człowiek nie mógłby żyć; woda odżywia nasze ciało i rozpuszcza w żołądku inne pokarmy, którychbyśmy inaczej strawić nie mogli. Mycie ciała, kąpiele, pranie bielizny, mycie podłóg i sprzętów jest również koniecznie potrzebnem do utrzymania zdrowia i życia. Prócz tego, utrzymanie naszego ciała i wszystkiego, co nas otacza, w czystości — jest nie tylko niezbędnem, ale i przyjemnem. Dalej, bez wody nie moglibyśmy wielu rzeczy robić. Np. czy możnaby zrobić bez wody chleba? — Tak samo nie możnaby mieć bez wody wapna gaszonego, gipsu plastycznego, farb, atramentu, krochmalu i wielu innych rzeczy. — Woda obraca koła młynów wodnych, maszyn parowych i t. p.; rzeki ułatwiają przewożenie ludzi, towarów i t. d. Woda również jest koniecznie potrzebną do utrzymania przy życiu roślin i zwierząt, bez których i mybysmy istnieć nie mogli; jest to więc ciało nadzwyczaj ważne. *(Dobrze byłoby skorzystać z dnia świątecznego, aby zwiędzić z uczniami stację filtrów i wieżę ciśnienia).*

## WYKŁAD LII.

**Siła pary.** — Jakim sposobem może para poruszać koła maszyn i wykonywać pracę. — Dawniejsze i dzisiejsze maszyny parowe. — Wodokaz. — Lokomotywa. — Koleje żelazne w Królestwie.

Poznaliśmy już lód i wodę; mamy poznać jeszcze parę. — Tak samo jak lód i woda wykonywają różne prace, tak też i para może wykonać pracę i to bardzo znaczną. Gdybyśmy gotowali wodę w naczyniu, przykrytem pokrywką, to para, uchodząca z wody, podnosiłaby bezustannie pokrywkę, gdyż para ciśnię w naczyniu na wszystkie strony, napręża ścianki naczynia i pokrywkę. Siła, z jaką para ciśnię, nazywa się prężnością. — Jeżeli przykrywka będzie przytwierdzona mocno, tak że jej para podnieść nie zdoła, to ciśnienie pary, czyli prężność, rozsadzi naczynie; a gdyby naczynie było dostatecznie wytrzymałe, woda przestanie się gotować. Z tego powodu w przykrywkach naczyni, z których wydobywa się para, np. w samowarach, imbrykach i t. p., porobione są otwory, aby para swobodnie uchodzić mogła. Ludzie skorzystali z tej siły pary i urządzili maszyny, poruszane parą, która wyręcza ludzi w ich pracy.



Rys. 56. Podnoszenie się i opadanie tłoka w naczyniu z parą.

Dziś mówić będziemy o tem, jak są urządzone takie maszyny i jakim sposobem mogą być poruszane parą.

Wyobraźcie sobie naczynie żelazne walcowatego kształtu, w które wstawiony jest żelazny krążek z rączką pośrodku, tak że krążek szczelnie przylega do ścianki naczynia, lecz może się w niem swobodnie poruszać. Taki krążek z rączką nazywa się tłokiem. W ściance tego naczynia, czyli cylindra, zrobiony jest otwór blisko górnego brzegu. Takie naczynie z tłokiem jest już najprostszą maszyną parową. *(Wszystko, o czem mowa, winien nauczyciel w tym wykładzie rysować na tablicy).* Jeżeli do naczynia, czyli cylindra tej maszyny, nalejemy



wody prawie do połowy, wsadzimy następnie tłok i postawimy maszynę na ogniu, aby się woda w niej zagotowała, to wydobywająca się z wody para zacznie cisnąć w naczyniu na wszystkie strony, a nie mając ujścia, popchnie tłok w górę. Gdy tłok uniesie się ponad otwór w cylindrze, wówczas para tym otworem wyjdzie, a tłok swym ciężarem znów opadnie (rys. 56). Wydobywająca się wciąż para, nie mając ujścia, popchnie ponownie tłok w górę, ujdzie otworem, a wtedy tłok znów spadnie — i t. d. Tym sposobem będzie się tłok podnosił ciągle w cylindrze i opadał. A ponieważ w miarę jak woda się gotuje, para wydobywa się coraz prędzej i w coraz większej ilości, przeto tłok w cylindrze coraz prędzej skakać poczyną.

Zapomocą takiego ruchu tłoka z góry na dół i odwrotnie można już wykonywać niektóre roboty, np. rozbijać ciała, zgniatać je, wbijać gwoździe i t. p.

Gdybyśmy nad tłokiem umieścili brzeg koła osadzonego na osi i mogącego się obracać, — to tłok, uderzając ciągle w brzeg koła, będzie je obracał. Koło to można objąć sznurkiem lub pasem z innym kołem, a wtedy i to drugie koło będzie się również obracało.

Lepiej jeszcze byłoby złączyć rączkę tłoka z kołem, tak jak np. złączony jest drążek z kołem w kołowrotku lub maszynie do szycia. Wiecie, że można obracać koło maszyny do szycia lub kołowrotka, poruszając tylko nogą drążek z góry na dół, i odwrotnie.

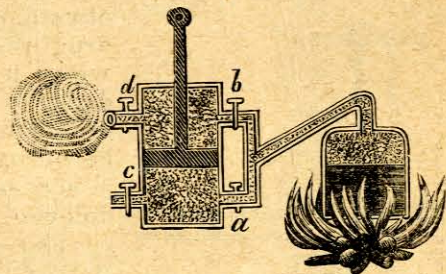
Pierwsza maszyna parowa została obmyślona i wykonana 200 lat temu (w r. 1690) przez Francuza nazwiskiem Papin. Taka najprostsza maszyna parowa jest jednak bardzo niedogodną, — bo gdy wszystka woda się wygotuje, trzeba gorący tłok wyjąć z cylindra, aby móc świeżej wody nalać — i następnie musimy czekać, aż ta woda na nowo się zagotuje. Na to traci się dużo czasu, maszyna przez ten czas pozostawałaby nieczynna, co powodowałoby wielkie straty dla fabryki.

Pomyślecie, jakimby sposobem można temu zaradzić. Można by przecież oddzielić kocioł, w którym się gotuje woda, od cylindra z tłokiem, i parę z kotła wprowadzać do cylindra rurą: jedna część maszyny byłaby niezależna od drugiej.

Tak też przedewszystkiem zrobiono. Te dwie części są dziś we wszystkich maszynach parowych od siebie oddzielone. Wodę gotują osobno w wielkich kotłach, a z kotła do-

piero prowadzi rura parę do cylindra pod tłok. Gdy część wody się wygotuje, można zaraz dolać świeżej, nie czekając, aż cała wyparuje; trochę świeżej wody, dolanej do wody gorącej, prędko się ogrzeje i tym sposobem można mieć ciągle parę bez przerwy. Taką maszynę urządził pierwszy Jakób Watt, Anglik, blisko w sto lat po Papinie. Aby zobaczyć, ile wody się wygotowało, umieszczamy przed kotłem pionowo rurę szklaną, złączoną z kotłem u góry (nad wodą) i u dołu (pod jej powierzchnią). Ta rura i kocioł — to dwa naczynia z sobą złączone u dołu, a więc w rurze staje woda zawsze na tym samym poziomie, na jakim i w kotle; w rurze szklanej łatwo zobaczyć ten poziom, którego w ciemnym kotle dostrzećbyśmy nie mogli. Urządzenie to nazywamy wodospadem.

Ale Watt wprowadził jeszcze jedno ważne ulepszenie do maszyny parowej: rura, prowadząca parę z kotła, zanim weszła do cylindra, rozdzielała się na dwie rury, z których jedna mogła prowadzić parę z kotła pod tłok cylindra, druga zaś nad tłok. (Nauczyciel rysuje na tablicy schematyczny przekrój opisanej maszyny). — Obie



Rys. 57. Kocioł i cylinder z tłokiem oraz rurą, prowadzącą parę pod tłok i nad tłok.

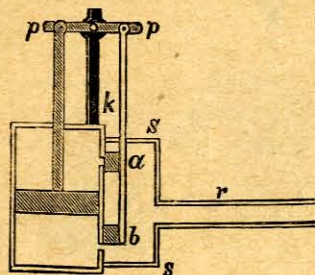
rury można było otwierać i zamykać zapomocą kranów (rys. 57); gdy otworzono dolny kran (a), para wchodziła rurą pod tłok i popychała tłok ku górze; wówczas trzeba było dolny kran zamknąć, a otworzyć górny (b): para wtedy wchodziła górną rurką i spychała tłok na dół. Ale pod tłokiem znajduje się już para, która poprzednio weszła i przeszkadza tłokowi spaść ku dołowi, należy więc tę parę przedtem wypuścić — i w tym celu urządzony był u dołu pod tłokiem otwór (c), także zamykany kranem, tak że gdy tłok miał iść na dół, otwierano ten kran, para z pod tłoka uchodziła, a para, wchodząca nad tłok, spychała go. Następnie zamykano ten otwór i jednocześnie zamykano górną rurę, a otwierano dolną; teraz więc para znów uchodziła pod tłok i popychała go ku górze; aby zaś para, która dawniej we-



szła nad tłok i zepchnęła go na dół, nie przeszkodziła mu wrócić ku górze, odmykano otwór, urządzone na górze nad tłokiem (*d*), taki sam, jaki był pod tłokiem. Tym sposobem para wchodziła tu raz pod tłok, drugi raz nad tłok i popychała bezustannie tłok ten to w górę, to na dół.

Była to już maszyna daleko lepsza od dawniejszej. Ale z otwieraniem i zamykaniem kranów było jednak dużo kłopotu. To też urządzono potem daleko lepsze maszyny.

W dzisiejszych maszynach rura, prowadząca parę z kotła (rys. 58), nie rozdziela się na dwie rury, lecz wchodzi do skrzyneczki (*ss*), przytwierdzonej do cylindra, w którym znajdują się dwa otwory: jeden pod tłokiem, drugi nad nim. Ze skrzyneczki więc może para wejść temi otworami do cylindra.



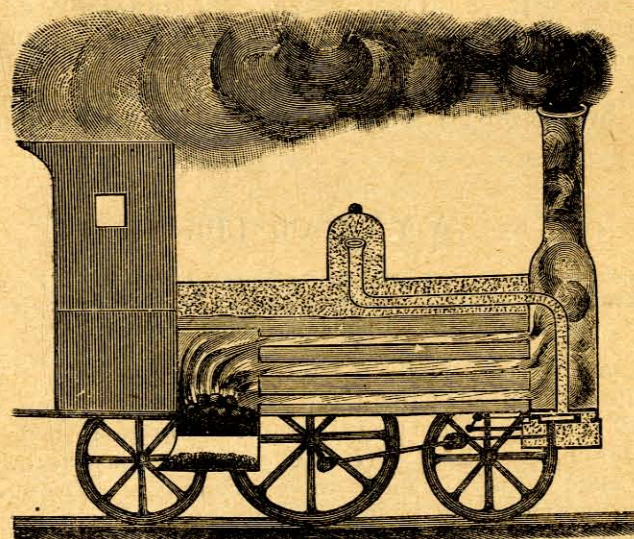
Rys. 58. Drażek otwierający zamykający kłapy w cylindrze.

Aby zaś nie weszła obydwoma otworami razem, lecz raz dolnym, drugi raz górnym otworem, wstawiony jest do skrzyneczki cienki drążek z dwiema kłapkami. Gdy drążek ten wisi swobodnie, to tylko górna klapa (*a*) zamyka górny otwór, — lecz dolna klapka (*b*) do dolnego otworu nie dostaje, tak że para ze skrzynki wejść może tylko dolnym otworem i popchnąć tłok do góry. Drażek z kłapkami wisi na poprzecznej beleczce (*p*), której drugi koniec przyczepiony jest do rączki tłoka; pośrodku zaś

beleczka opiera się na słupku (*k*), tak, aby mogła się przechylać to w jedną, to w drugą stronę. Drażek więc z kłapkami i tłok wiszą na tej beleczce tak, jak szalki na drążku wagi. Gdy zatem tłok, pchnięty parą, posuwa się ku górze, podnosi koniec beleczki, do której jest przyczepiony, w górę, — drugi więc koniec tej beleczki musi pójść na dół, tak jak w drążku wagi; idąc zaś ku dołowi, ten koniec beleczki spycha przyczepiony doń drążek z kłapkami. Wskutek tego górny otwór cylindra otwiera się, a dolny się zamyka; teraz para wejdzie ze skrzyneczki górnym otworem i zepchnie tłok na dół; wówczas drążek musi się znów podnieść, zamknąć otwór górny i wpuścić parę dołem i t. d. Tym sposobem para sama sobie otwiera i zamyka otwory. Para wychodzi

temi samymi otworami, któremi wchodzi, i wychodzi na zewnątrz oddzielną rurą.

Na podobnej zasadzie są wszędzie dziś urządzone maszyny po fabrykach. Lokomotywa, woząca wagony pociągów na drogach żelaznych, jest też podobną maszyną. Lokomotywa składa się z wielkiego walcowatego kotła (rys. 59), wspartego przynajmniej na trzech parach kół. Kocioł ten, napełniony do połowy wodą, ogrzewa się płomieniem, rozpalonym w piecyku, który znajduje się przed kotłem. Z pie-



Rys. 59.

cyka prowadzą rury płomień przez wodę wewnątrz kotła do kominu, zbudowanego na przednim końcu lokomotywy. Płomień wchodzi w te rury, rozpala je, a od nich rozgrzewa się woda; płomień i dym wychodzą kominem. Para, wychodząca z wody, zbiera się w górze kotła, a stąd idzie rurą do dwóch cylindrów, leżących pod kominem, przed każdym przednim kołem lokomotywy. Cylindry są podobne do tych, o jakich przed chwilą mówiliśmy, ale nie stoją pionowo, lecz leżą poziomo. W cylindrach są tłoki. Rączka tłoka każdego cylindra jest złączona ze środkowym wielkim kołem loko-



motywy, tak że gdy tłok się porusza, obraca to koło, a wskutek tego cała lokomotywa posuwa się; przednie i tylne koła służą tylko do podparcia lokomotywy, i gdy ta jedzie, muszą się i one obracać. (*Rysunek, zrobiony przez nauczyciela na tablicy, nie powinien być bardziej złożony od wskazanego w książce. Nauczyciel zaleca uczniom przy opisanu maszyn pomieścić w kajetach rysunki, przerysowane na lekcji z tablicy*). Pierwszą lokomotywę zbudował Jerzy Stefenson w r. 1815, a w 10 lat później zbudował on pierwszą wielką publiczną kolej żelazną. W Królestwie Polskiem zbudowaną została pierwsza droga żelazna w r. 1848; była to droga żelazna Warszawsko-Wiedeńska. Od tego czasu przeprowadzono u nas wiele kolei żelaznych. — Wyliczcie, jakie? — Zaznaczcie sobie na swych mapkach główne kierunki naszych dróg żelaznych. Przeczytajcie książeczkę Brzezińskiego: »Maszyny parowe i koleje żelazne«.

### W Y K Ł A D LIII.

**Powietrze.** — Dlaczego powietrze nazywamy ciałem. — Łatwe doświadczenie. — Kiesony i dzwony nurkowe. — Ciężar powietrza. — Barometr. — Ciśnienie atmosferyczne.

Poznaliśmy już wodę we wszystkich trzech jej stanach; pozostaje nam poznać już tylko jedno ciało na ziemi, równie jak woda ważne: powietrze. — Jakie to jest ciało? stałe, płynne, czy lotne? — (Lotne). — Jakiego jest kształtu? — (Żadne ciało lotne nie może mieć kształtu). — Opiszcie, jak wygląda powietrze z barwy, przezroczystości i t. d. — Powietrze wydaje się bezbarwnem, lecz tylko, gdy je mamy przed sobą w niewielkiej ilości; jest bowiem ciałem bardzo przezroczystem i dlatego widzimy przez nie barwy innych ciał, np. ściany pokoju, chmur unoszących się nad ziemią, i t. d. Samo zaś ma także barwę, lecz bardzo słabą. Powietrze jest barwy błękitnej i dlatego w dzień pogodny, gdy mamy nad sobą wielką warstwę powietrza, niezastłoniętego obłokami, widzimy nad sobą przestrzeń błękitną; tak samo, gdy stoimy na obszernej polu, widzimy odległe przedmioty, np. las lub góry, otoczone jakby mgłą błękitną. — Powietrze nie ma zapachu ani smaku, nie daje się ująć ręką, — dlaczego więc nazywamy je ciałem? — Jakim sposobem możemy się przekonać o jego istnieniu? — Powietrze czujemy,

gdy niem oddychamy; czujemy, jak się porusza, gdy poruszamy ręką lub innem ciałem, lub gdy szybko biegniemy. Poruszając lekkimi przedmiotami, np. ćwiartką bibuły, widzimy, jak się zginają, jakby napotkały przeszkodę; dla takich ciał lekkich powietrze jest ważną przeszkodą; gdy takie ciała, jak puch, ćwiartkę papieru, puścimy swobodnie, nie spadają one odrazu na ziemię, jak kamień, lecz powoli, zataczają koła, gdyż nie mogą tak łatwo przebić powietrza, jak to czynią ciała cięższe, np. kamień. Najlepiej przekonać się można o tem, że powietrze jest rzeczywiście ciałem, gdy wstawimy szklankę dnem do góry odwróconą do wody. (*Wszystkie doświadczenia, opisane w niniejszym wykładzie, winien nauczyciel koniecznie wykonać*). — Zobaczycie, że woda do szklanki odwróconej nie wchodzi. Dlaczego? — W szklance znajduje się powietrze, więc niema miejsca dla wody. Tam, gdzie znajduje się jedno ciało, nie może jednocześnie znajdować się inne. — Aby się lepiej przekonać, że woda do szklanki nie weszła, można przedtem na wodę położyć korek i odwróconą szklanką go przykryć; gdy pograżam szklankę w wodę, korek schodzi tak nisko, jak brzegi szklanki; gdyby woda weszła do szklanki, korek podniósłby się z nią razem w tej szklance. Można przedtem położyć na korek kawałek bibuły i przekonać się, że bibuła pod szklanką nie zmokła. Zanurzając jednak szklankę w położeniu poziomem, można w nią wody nabrać. — Dlaczego? — Dołem wchodzi do szklanki woda, gdyż jednocześnie powietrze górą wychodzi. Tak samo można wlać wodę do szklanki stojącej otworem ku górze. — Dlaczego? — Gdy z jednej strony wlewa się woda, pozostaje jeszcze dostateczny otwór, którym powietrze uchodzi. — Gdy jednak chcemy do flaszki o wąskiej szyjce wlać odrazu wodę grubym strumieniem, to woda zamyka otwór flaszeczki, powietrze nie ma wyjścia i woda rozpryskuje się na wszystkie strony, nie wchodząc do flaszki.

Weźmy flaszkę, wstawmy w otwór jej przedziurawiony korek (*korek najlepiej prześwidrować na wylot odpowiednim świderkiem i następnie otwór rozszerzyć rozpalonym gwoździem lub też wprost przepalić otwór gorącym gwoździem*) i w otwór korka wstawmy lejek, tak, aby szyjka lejka szczelnie w otworze korka siedziała, korek zaś tkwił równie szczelnie w szyjce flaszki (rys. 60 i 61). (*Prościej jeszcze wykonać można to doświadczenie, biorąc w miejsce przedziurawionego korka grubego pasek mokrą bibułę, owijając nim mocno rurkę lejka i wstawiając szczelnie*



w szyjkę flaszki). Dla pewności, że nie ma otworu pomiędzy lejkiem i korkiem lub korkiem i szyjką flaszki, można szczelinę pomiędzy nimi zalać woskiem lub stearyną, albo lakiem. Teraz wstawmy cienki pręcik w lejek, aby się przekonać, że można wprowadzić pręcik przez lejek do flaszeczki, co znaczy, że z lejka prowadzi do flaszeczki wolny otwór. Wyjawszy pręcik, wlejmy szybko wodę do lejka; woda w lejku się zatrzyma i ani jedna jej kropla do flaszeczki nie wpadnie. — Dlaczego? — We flaszeczce jest powietrze, które nie ma wyjścia, bo jedyny otwór, przez lejek, woda zamknęła. Gdy jednak korek lub lejek nieco obluźnimy, powietrze ma już ujście i woda zleje się do flaszeczki.



Rys. 60.



Rys. 61.

Doświadczenie, wykazujące obecność powietrza we flasce.

Zróbmy teraz inną próbę: nalejmy do szklanki wody pełno, aż po brzegi (lepiej nawet, gdy trochę wody się przeleje) i połóżmy na tę szklankę kawałek papieru, tak, aby przykrył całkowicie otwór szklanki (nie trzeba brać zbyt dużego kawałka). — Przyciśnijmy trochę palcem ten papier do brzegów szklanki i odwróćmy całą szklankę dnem do góry: woda ze szklanki nie wyleje się. Weźmy teraz rurkę szklaną, i, zamknąwszy jeden otwór jej palcem, wstawmy ją drugim końcem do wody; woda do rurki nie wejdzie, tak jak nie weszła do szklanki, odwróconej dnem do góry; lecz gdy odejmiemy palec z górnego otworu, powietrze wyjdzie z rurki i zobaczymy, jak szybko teraz wejdzie woda do rurki i podskoczy w niej. Zamknijmy wtedy znów palcem górny otwór rurki i podnieśmy ją w górę, wyjawszy z wody; zo-

baczmy, że woda, która w rurkę weszła, pozostała w niej i nie wylewa się, choć dolny otwór rurki jest otwarty, gdyż pod rurką ciśnie dużo powietrza, a w rurce nad wodą bardzo mało. Lecz otwórzmy znów górny otwór, a zobaczymy, że woda z rurki wypadnie, bo ciśnienie powietrza z góry powiększyło się. *(Korzystając z powyższych doświadczeń, można dać uczniom pojęcie o tem, co jest dzwon nurkowy, spuszczone z ludźmi na dno morza; dzwon ten nie ma już jednak obecnie ważnego zastosowania. Zato można zwrócić uwagę uczniów, że często bywają zapuszczane na dno wody skrzynie tylko u dołu otwarte, czyli t. zw. kiesony, umożliwiające prowadzenie robót podwodnych, np. zakładanie fundamentów pod podpory mostu; do skrzyni takiej woda nie wchodzi, tak jak nie wchodzi do szklanki odwróconej dnem do góry, w skrzyni takiej mogą więc ludzie pracować pod wodą).*

Z tych wszystkich prób widzimy, że powietrze nie jest niczem, jak to niektórzy ludzie sądzą, lecz że jest ciałem, tak jak każde inne ciało, tylko ciałem lotnem, które trudno dojrzeć i odczuć, bo jest prawie bezbarwne, zupełnie przezroczyste, bez smaku i zapachu.

Nad samą ziemią powietrze jest bardzo gęste; im wyżej, tem staje się ono coraz rzadsze; można się o tem przekonać, wstępując na wysokie góry i wznosząc się balonem. Na znacznej wysokości jest ono już tak rzadkie, że człowiek zupełnie niem oddychać nie może, a wyżej jeszcze niema już powietrza wcale. Obliczono, że powietrze wznosi się nad ziemią do wysokości około 50 mil; wyżej niema powietrza, tak że cała przestrzeń między ziemią a słońcem lub księżycem i gwiazdami jest niemal zupełnie próżną. Powietrze więc tworzy jakby lotną powłokę kulistą wokoło ziemi, jakby lotną skorupę.

Ponieważ powietrze jest ciałem, przeto, jak każde ciało, musi mieć swój ciężar. — Czy pamiętacie, co to jest ciężar? — Powietrze ma ciężar, bo ono, jak każde ciało, dąży do spadnięcia na ziemię i dlatego trzyma się przy ziemi; z tego też powodu jest ono przy ziemi gęstsze, a wyżej rzadsze. Gdyby powietrze nie ciążyło ku ziemi, to ziemia w swym obrocie wokoło słońca wysłaby z warstwy powietrza, które pozostałoby poza nią; tymczasem ziemia zawsze jest powietrzem otoczona. — W wyższych kursach dowiecie się, jakim sposobem można zważyć powietrze. — Powietrze jest ciałem bardzo lekkim, ale w każdym razie ciężar posiada, jak i każde inne ciało. Sześcian wysoki na 1 stopę, mający takąż



długość i taką samą szerokość, słowem, 1 stopa sześcienna powietrza waży  $2\frac{3}{4}$  łuta. Gdybyśmy narysowali na stole kwadracik, mający 1 cal długości i 1 cal szerokości, to cały słup powietrza, wznoszący się nad tym kwadracikiem, aż do miejsca, gdzie powietrze się kończy, t. j. słup powietrza 50 mil wysoki, ciśnie na ten jeden cal kwadratowy ciężarem  $16\frac{1}{2}$  funta; taki sam ciężar powietrza ciśnie na każdy inny cal kwadratowy. Łatwiej jeszcze zapamiętać, że słup powietrza, ciskający na 1 centymetr kwadratowy powierzchni ziemi, waży 1 kilogram (= 2,44 funta). Z tego obliczyć łatwo, że na powierzchnię ciała człowieka średniego wzrostu ciśnie ciężar powietrza, wynoszący 36 tysięcy funtów. Taki ciężar rozmiążdżyłby nas, gdyby mu się nie sprzeciwiało powietrze, zawarte wewnątrz naszego ciała, które łączy się z powietrzem zewnętrznym.

(Dla uczniów starszych).

[Weźmy wysoką próbkówkę, napełnijmy ją wodą, a zatkawszy palcem, lub przyłożywszy do otworu papierek, odwróćmy ją dnem do góry i wstawmy otworem do szklanki z wodą. Możemy teraz palec lub papierek usunąć, a choć słup wody w próbówce wysoko wystaje ponad powierzchnię wody w szklance, nie zlewa się do szklanki. Dlaczego? — przecież ma swój ciężar? — Spadając, musiałby wodę w szklance podnieść w górę; na powierzchnię zaś tej wody ciśnie z góry powietrze. Słup wody w próbówce ciśnie widocznie z mniejszą siłą, niż słup powietrza na powierzchnię wody w szklance. Gdyby ciśnienie słupa wodnego było większe, przeważałoby ciśnienie słupa powietrza.

Gdybyśmy wzięli dwa razy wyższą próbkówkę z wodą, stan rzeczy nie zmieniłby się. Jak więc wysoki myślałby być słup wodny, aby mógł zrównoważyć ciśnienie powietrza? — Doświadczenie wykazało, że musiałby mieć 32 stopy (czyli 10 metrów wysokości). — Cemu się więc równa ciśnienie powietrza ku dołowi? — Równa się ciśnieniu słupa wodnego, wysokiego na 32 stopy, czyli na 10 m.

Gdybyśmy w miejsce wody wzięli ciecz dwa razy cięższą, nie potrzebaby było tak wysokiego słupa; wystarczyłby słup cieczy dwa razy niższy, na 5 metrów, dla zrównoważenia ciśnienia powietrza. Rtęć jest przeszło 13 razy cięższa od wody, wystarczyłby więc w tym celu słup rtęci 13 razy niższy.

Istotnie, doświadczenie wykazuje, że gdy weźmiemy za

zamkniętą na jednym końcu rurę, wysoką np. na 1 metr, napełnimy ją rtęcią (rys. 62, B) i, odwróciwszy, wstawimy otworem do naczynia, również zawierającego rtęć (rys. 62, D), to rtęć w rurze nieco opadnie, gdyż słup rtęci na 1 metr wysoki przeważa ciśnienie powietrza. Opadłszy jednak nieco, zatrzyma się w rurze na wysokości 760 milimetrów (2,6 stopy), gdyż tej wysokości słup rtęci równoważy ciśnienie powietrza. Ponad rtęcią powstanie próżnia (rys. 62, A). Wysokość ta jest właśnie 13 przeszło razy mniejsza od wysokości słupa wodnego, równoważącego to ciśnienie.

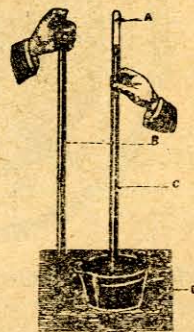
Badając wysokość poziomu rtęci w tej rurze, dostrzegamy, iż on niekiedy obniża się nieco, to znów się podnosi. Widocznie ciśnienie powietrza nieco się zmienia. — Taki więc przyrząd może służyć do mierzenia ciśnienia powietrza.

Przyrząd ten nazywamy barometrem (co znaczy: przyrząd do mierzenia ciśnienia).

Gdy wznosimy się z tym przyrządem na wysoką górę, widzimy, iż rtęć opada. Dlaczego? — Na rtęć ciśnie wówczas niższy słup powietrza rzadszego. — Barometr więc może służyć do mierzenia wysokości.

Ponieważ od zmiany ciśnienia powietrza zależy też poczęści zmiana pogody, przeto barometr może do pewnego stopnia przepowiadać pogodę (która jednak zależy i od innych warunków). Przed burzą np. powietrze jest rzadsze (nam się wydaje ono wówczas cięższem, gdyż rzadszem powietrzem trudniej nam oddychać). Czy więc przed burzą rtęć w barometrze się wznosi, czy opada?

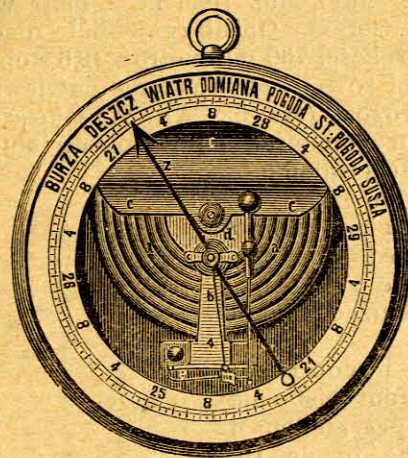
Po mieszkaniach używane bywają barometry innej konstrukcji, złożone ze skróconej i zamkniętej na obu końcach rurki, zrobionej z cienkiej blaszki. Jeden koniec rurki przytwierdzony jest do puszki, w której rurka jest umieszczona, do drugiego jej końca przylega strzałka (rys. 63). Gdy ciśnienie powietrza się wzmacnia, ciśnienie ono bardziej na rurkę, silniej ją skręca, przez co wolny koniec jej popycha wskazówkę (strzałkę) dalej; gdy ciśnienie powietrza słabnie, rurka stopniowo się nieco rozkręca, posuwając strzałkę



Rys. 62. Przyrząd do mierzenia ciśnienia powietrza: B rurka szklana barometryczna z rtęcią, C ta sama rurka z rtęcią, zanurzona w wannie D z rtęcią, A. próżnia po rtęci opadłej.



w przeciwnym kierunku. Podziałka, nad strzałką umieszczona, ułatwia dostrzeżenie jej ruchu i poznanie stopnia ciśnienia.



Rys. 63. Barometr metaliczny (aneroid).

Ciśnienie tak wielkie, jak ciśnienie zwykłego powietrza na powierzchni ziemi, mierzące się ciśnieniem słupa rtęci, wysokiego na 760 milimetrów, nazywamy ciśnieniem jednej atmosfery, czyli ciśnieniem barometrycznem: służy ono często za jednostkę, z którą porównujemy inne ciśnienia. Gdy np. powiadamy, że para w kotle maszyny parowej wywiera ciśnienie 20 atmosfer, to znaczy, że ciśnienie z siłą 20 razy większą niż słup powietrza, unoszący się

nad ziemią, na taką samą powierzchnię, czyli, że ciśnienie pary mogłoby podtrzymać słup rtęci, wysoki na 760 milimetrów  $\times 20$ , t. j. na przeszło 15 metrów].

## WYKŁAD LIV.

Prądy ogrzanego powietrza w lampie, w piecu i t. d. — Budowa pieców. — Prądy powietrza w pokoju. — Wiatry. — Pasaty, wichry, trąby powietrzne i t. d. — Znaczenie powietrza dla człowieka.

Gdybyśmy zapalili lampę, np. zwyczajną pokojową, i umieścili nad cylindrem, t. j. szkłem, jakiegokolwiek lekkie przedmioty, zobaczylibyśmy, że one ulatują w górę, jakby porwane silnym prądem. Dzieje się to wskutek tego, że powietrze w cylindrze lampy rozgrzewa się od płomienia i ulatuje w górę. Tak samo zawsze powietrze rozgrzane rozszerza się i staje się stosunkowo lżejszem, niż było, a skoro stało się

lżejszem, musi unieść się w górę, jak każde ciało lżejsze od zwykłego powietrza.

Mówiliśmy już dawniej, że dym, gaz oświetlający, para wodna i t. p. ciała unoszą się w górę, gdyż są lżejsze od powietrza, zupełnie tak samo, jak korek lub oliwa wypływają w wodzie na wierzch, gdyż są od niej lżejsze. — Gdy do jednego naczynia wlejemy wody zimnej i gorącej, to nie od razu obie zmieszają się: u dołu będzie woda zima, a gorąca stanie nad nią, gdyż woda gorąca jest lżejsza od zimnej. Tak samo każde ciało rozgrzane rozszerza się i staje się rzadsze, a tem samem lżejsze od takiej samej objętości ciała chłodnego. W każdym więc miejscu, gdzie się powietrze rozgrzewa, staje się ono lżejszem i unosi się w górę; dlatego też nad każdym płomieniem, nad każdym ciałem rozgrzanem tworzy się prąd powietrza, płynący ku górze. Można się przekonać, że, tak samo jak w lampie, tak również i nad płomieniem świecy lub łuczycza, nad rozpalonem żelazem płynie ciągły strumień powietrza w górę. Dym, puch i inne ciała lekkie, puszczone nad płomieniem świecy, zostają porwane w górę tym prądem powietrza.

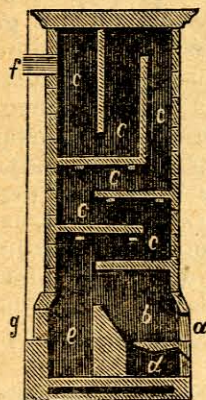
Jeżeli w dzień jasny, słoneczny zapalimy świecę i postawimy za nią ćwiartkę białego papieru tak, aby na papier padał cień świecy, zobaczymy bardzo wyraźnie na papierze cień tego szybko wznoszącego się prądu.

Przypatrzcie się, że w każdej lampie znajdują się otworki pod galeryjką, w którą wsadzamy cylinder; te otworki nie są bynajmniej zrobione dla ozdoby, muszą się one znajdować w każdej lampie. Przez nie wchodzi ciągle od dołu powietrze do cylindra, w cylindrze rozgrzewa się od płomienia, staje się lżejszem i unosi się w górę; na jego miejsce zaś przyplwają wciąż świeże powietrze z dołu i znów wypływa górnym otworem cylindra i t. d. Powietrze musi do płomienia dopływać ciągle, gdyż bez powietrza żaden płomień palić się nie może; górą zaś nie może powietrze do cylindra wejść, gdyż wtedy rozgrzane powietrze wypływa i nie wpuszcza go. Gdybyśmy więc objęli ręką to miejsce w lampie, w którym znajdują się otworki, tak, aby je zatkać lub, lepiej jeszcze, gdybyśmy obwiązali to miejsce rącznikiem, płomień znacznie silnie kopci; a gdy otworki jeszcze lepiej zatkamy, płomień zgaśnie, gdyż powietrze przestanie z dołu dopływać.

Zupełnie to samo dzieje się w każdym kominie i w każdym piecu, gdy w nich palimy. Powietrze w piecu od pło-



mienia rozgrzewa się, staje się lżejszem, unosi się w górę i wychodzi przez komin wraz z dymem, a na jego miejsce wchodzi przez drzwiczki pieca świeże powietrze, które znów się w piecu rozgrzewa i uchodzi na zewnątrz domu. Im wyższy jest komin, tem silniejszy jest ciąg powietrza; dlatego to przy fabrykach, gdzie trzeba silnego ciągu, aby płomień silnie się rozpałił, stawiają kominy bardzo wysokie.



Rys. 64. Przecięcie pieca kaflowego: *a*—drzwiczki, *b*—palenisko, *d*—popielnik, oddzielony od paleniska rusztem, *e*—miejsce, w którym zbierają się sadze, popiół, porwane przez ciąg, wygarniają się lufem, *g*, *cccc*—kanały, *f*—ujście do komina, zamknięte szybem w piecach zwyczajnych, bez zamknięcia — w hermetycznych.

Jeżeli rozgrzane powietrze jednak zbyt prędko z pieca uchodzi, to, choć ogień dobrze się pali, piec rozgrzać się należycie nie może; dlatego to w piecach jest rura lub kanał, którym powietrze z pieca do komina uchodzi, kilka razy zgięty, tak że powietrze, przechodząc przez długi kanał, po drodze piec rozgrzewa (rys. 64).

W piecach, urządzonych do opalania węglem kamiennym, można górne drzwiczki zaraz zamknąć, gdy tylko węgle się rozpalą, lecz dolne, z za których wygarnia się popiół, należy jeszcze na czas pewien zostawić otwarte, aby przez nie mogło wchodzić do pieca świeże powietrze, które podtrzymuje płomień, rozgrzewa się, następnie ogrzewa piec i uchodzi kominem.

W pokoju ogrzewa się powietrze od rozgrzanych ścian pieca i unosi się, jako lżejsze, w górę pod sufit; dołem zaś znów przepływa chłodniejsze powietrze z pokoju do pieca, ogrzewa się przy jego zewnętrznych ścianach i płynie ku górze, spychając dawniej ogrzane powietrze, które tymczasem trochę ostygło, ku do-

łowi. Tym sposobem tworzy się w pokoju od rozgrzanego pieca jakby lekki wiatr, ciągły prąd powietrza, dołem, przy podłodze, do pieca, gdzie się rozgrzewa, a od niego w górę, pod sufit, skąd płynie do ścian przeciwnych; przy tych ścianach to powietrze ochładza się i, jako cięższe, opada ku dołowi. Potem znów płynie do pieca, dopóki całe powietrze w pokoju nie rozgrzeje się.

Ponieważ powietrze ciepłe jest lżejsze od zimnego, więc w każdym mieszkaniu jest zawsze cieplej pod sufitem, niż przy podłodze. W teatrze i w innych wielkich salach czujemy zawsze, że na górnych miejscach jest daleko cieplej, niż na dolnych.

Gdybyśmy z ogrzanego pokoju otworzyli drzwi do chłodnej sieni, poczulibyśmy, jak chłodne powietrze wchodzi do pokoju dołem, a ciepłe wypływa górą. Gdybyśmy wtedy postawili we drzwiach, na progu, zapaloną świecę, zobaczylibyśmy, że płomień zwraca się w stronę pokoju, gdyż w tym kierunku wchodzi dołem powietrze zimne. Gdybyśmy tę świecę podnieśli pod samą górę we drzwiach, płomień zwróciłby się ku sieni, pchany powietrzem ciepłym, uchodzącym z pokoju górą. Tak jest zawsze, powietrze zimne płynie dołem, a ciepłe górą.

Teraz łatwo możecie rozumieć, skąd powstają wiatry.

Wiatr jest to ruch powietrza; powietrze przenosi się z jednego miejsca w drugie, jeżeli jest w różnych miejscach nierówno ogrzewane. Jeżeli słońce ogrzewa powietrze w jednym miejscu silniej, niż w innem, to z ciepłego miejsca przenosi się powietrze w miejsce chłodniejsze, czyli powstaje wiatr.

Gdzie słońce najsilniej ogrzewa ziemię? — (Na równiku). — A najsłabiej? — (Na biegunach). — Na równiku więc od rozgrzanej ziemi ogrzewa się powietrze silniej, staje się lżejszem, unosi się w górę i tam się rozchodzi, płynąc w strony chłodniejsze. Na jego miejsce przypływa znów powietrze ze stron chłodnych; przy równiku rozgrzewa się ono, podnosi się w górę i odpływa ku miejscom, z których powietrze przypływa ku równikowi. W miarę jak powietrze rozgrzane płynie ku biegunom, oziębia się ono coraz bardziej i staje się przez to coraz cięższem; coraz więc niżej spada ku ziemi, aż wreszcie przy biegunach zupełnie opada i już przy samej ziemi wraca zimne do równika.

Stąd mamy zawsze i ciągle dwa główne wiatry, które nazywamy pasatami: jeden jest ciepły i płynie wysoko w górę w kierunku od równika ku obu biegunom, — drugi, zimny, idzie dołem przy samej ziemi w kierunku odwrotnym: od obu biegunów do równika.

Prócz tego bywają i inne wiatry, miejscowe, wiejące na niewielkich przestrzeniach, od miejsc czasowo bardziej ogrzanych do chłodniejszych.

Łódź rozgrzewa się na słońcu silniej niż woda, dlatego



w ciągu dnia wieje wiatr ciepły górą z lądu ku morzu, ale z morza dołem wieje ku nam wiatr chłodny. Gdy słońce zajdzie, ląd wnet stygnie, lecz woda utrzymuje długo ciepło; woda bowiem wolniej się rozgrzewa, lecz i wolniej stygnie; z tego powodu w nocy wieje ku nam z morza wiatr ciepły.

Im większa jest różnica ciepłoty dwóch miejsc, tem prędzej przenosi się powietrze z jednego miejsca do drugiego, tem wiatr jest silniejszy.

Co to jest wichur? — Co to jest huragan? — Co powstaje, gdy się dwa wiatry, płynące w przeciwnych kierunkach, spotkają? — (Trąba powietrzna). — Jakim sposobem poznać, z której strony wiatr wieje? — Jakie powietrze i pogodę przynosi nam wiatr południowy i dlaczego? — Co przynosi nam wiatr północny, co zachodni, a co wschodni? *(Na te wszystkie pytania odpowiadają uczniowie zwykle dobrze, na podstawie wiadomości, nabytych z nauki geografji).*

Czy powietrze jest ciałem potrzebnem dla człowieka, zwierząt i roślin? — (Oddychanie).

Jakie poznaliśmy jeszcze gazy, prócz powietrza? (Kwas węglowy, gaz oświetlający). — Czem się różni powietrze od tych gazów? — (Nie mąci wody wapiennej, nie pali się, nie ma zapachu, nie jest gazem trującym, jest cięższe od gazu oświetlającego i t. d.). — Czy z wiatru może być jaki pożytek dla ludzi? — (Wiatraki, wialnie, młocarnie, statki żaglowe, suszenie bielizny i t. p.). *(Na ten szereg pytań otrzymujemy na zasadzie dawniej podanych wiadomości zwykle również dobre odpowiedzi. Jeżeli czas pozwala, można skorzystać z tej lekcji dla podania wiadomości o balonach, naprzód o wznoszących się zapomocą ogrzanego powietrza przez rozpalenie ognia pod balonem, następnie o napełnionych gazem lżejszym od powietrza, jak obecnie, gazem oświetlającym).* Przeczytajcie książeczkę Brzezińskiego: »O powietrzu«.

## WYKŁAD LV.

**Ciała niebieskie poza kulą ziemską: księżyc, jego wymiary, odległość, kształt; potrójny ruch księżyca. — Powierzchnia księżyca; dawniejszy jego stan. — Dlaczego musi księżyc krążyć dokoła ziemi.**

Obeznaliśmy się już ogólnie z kulą ziemską wraz z wodą i otaczającym ziemię powietrzem, oraz z ważniejszymi ciałami, które się na niej lub w niej znajdują.

Czy poza ziemią i powietrzem znajdują się jeszcze jakie ciała? — Jakie? — (Słońce, księżyc, gwiazdy). — Które z tych ciał znajduje się najbliżej ziemi? — (Księżyc). — Znajduje się on znacznie bliżej, aniżeli słońce i gwiazdy, i dlatego wydaje się nam tak dużym, choć jest rzeczywiście dość mały. Wprawdzie i księżyc jest ciałem wielkiem, lecz w każdym razie znacznie mniejszem niż ziemia. Obliczono, że księżyc jest 50 razy mniejszy od ziemi i jest od niej odległy mniej więcej o 50 tysięcy mil, gdy tymczasem słońce, jak wiecie, jest oddalone od nas o 20 milionów mil. Inne gwiazdy znajdują się jeszcze bez porównania dalej.

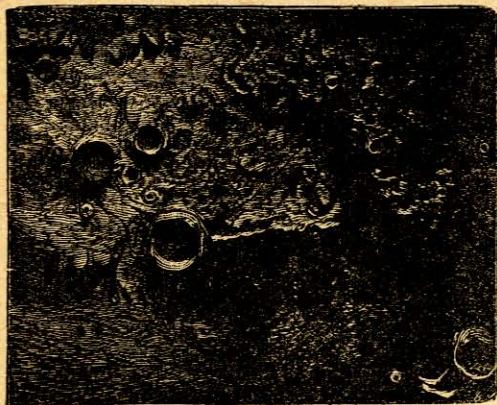
Na wyższych kursach dowiecie się, jakim sposobem mierzy się odległość gwiazd; tu zajmijmy się czem innem.

Jakiego kształtu jest księżyc? — (Kulistego). — Skąd pochodzi jego światło? — Księżyc obraca się wokoło swej osi, tak jak ziemia. Oprócz ruchu obrotowego około swojej osi, ma księżyc także ruch postępowy. — Wokoło czego krąży księżyc w tym ruchu postępowym? — (Wokoło ziemi). — Obrót tego wokoło ziemi dokonywa on w ciągu 28 dni. — Skoro księżyc krąży wokoło ziemi, a ziemia znów krąży wokoło słońca, to i księżyc z nią razem musi obchodzić wokoło słońce. — Więc ile razem obrotów dokonywa księżyc? — (Trzy). — Jakie? — (Wokoło swej osi, wokoło ziemi, i z ziemią wokoło słońca). *(Gdyby cały ten szereg spraw nie był jeszcze znany uczniom, należy wytłumaczyć je w ogólnych zarysach).*

Księżyc znajduje się względnie dość blisko ziemi i przez dobre szkła można dość dokładnie rozpoznać jego powierzchnię (rys. 65). Można na nim rozpoznać równiny, góry i cienie, padające od tych gór, tak że można nawet zmierzyć wysokość gór. Wiele bardzo gór na księżycu są to wulkany z obszernymi kraterami, przez które niegdyś widocznie wybuchła lawa, tak zupełnie, jak przez wulkany na ziemi, co



również dowodzi, że wewnątrz księżycy było niegdyś płynne i że przedtem cały księżyc był w stanie roztopionym. Obecnie nie wybucha już nic przez wulkany księżycy — wygasły one zupełnie, gdyż i wewnątrz księżycy już dawno zastygło. — Dlaczego księżyc zastygł wcześniej, niż ziemia? — (Bo jest znacznie mniejszy, tak i bułka np. stygnie znacznie prędzej od bochenka chleba, wyjętego razem z nią z pieca). — Przekonano się też, że na księżycu niema wody, ani powietrza. Nie widać, aby na nim tworzyły się chmury, spadały deszcze lub śniegi, szalały burze i wiatry. Czy więc mogą żyć na księżycu istoty żywe, rośliny i zwierzęta, tak jak na ziemi?



Rys. 65. Część powierzchni księżycy, sfotografowana przez teleskop.

lecz gdybyśmy zamiast puścić to ciało, pchnęli je silnie w bok, to ono nie spadnie, lecz i w stronę polecieć nie może, gdyż jest do ręki przywiązane — i musiałoby się obrócić wokół ręki, w której sznurek trzymamy. Trzymając ciągle za sznurek, możemy to ciało lekkimi poruszeniami ręki ciągle wokół niej obracać. (Nauczyciel mógłby wykonać jeszcze jedno doświadczenie: zawiesiwszy szklankę z wodą na sznurku i trzymając za drugi koniec sznurka, można predkim ruchem obracać w płaszczyźnie pionowej szklankę wokół ręki, która trzyma sznurek, tak, że choć szklanka w obrocie swym odwraca się wielokrotnie nad ręką dnem do góry, woda jednak z niej nie wylewa się; tak samo obracać można np. koszyk z kamykami lub piaskiem i t. p. Doświadczenie to bardzo łatwo wykonać można przy małej wprawie). Tak samo

Pozostaje jeszcze pytanie, dlaczego księżyc nie spada na ziemię, tak jak inne ciała? — Gdybyśmy do końca sznurka przywiązali jakieś ciało i, trzymając za drugi koniec sznurka, podnieśli to ciało w górę tak, aby się znajdowało nad ręką, w której sznurek trzymamy (nauczyciel demonstruje to, co mówi), i następnie ciało puścili, to, rozumie się, spadłoby ono na rękę, —

również dzieje się z księżycem. — Gdyby był umieszczony swobodnie w przestrzeni, musiałby spaść na ziemię, która go do siebie przyciąga, tak jak przyciąga inne ciała. Lecz księżyc porusza się w przestrzeni ciągle naprzód, jakby ciągle chciał biec w prostej linii, ale dokazać tego nie może, bo go ziemia przytrzymuje i oddalić mu się od siebie nie daje. Księżyc więc nie może ani spaść na ziemię, gdyż na to nie pozwala jego własny rozpęd, który go pcha coraz dalej w przestrzeń, — ani też nie może ulec rozpędowi i oddalić się od ziemi, bo go ta znów do siebie przyciąga; musi więc ciągle w jednakowej prawie odległości obracać się wokół ziemi, tak jak ciało, zawieszone na sznurku i poruszane, musi obracać się wokół ręki, choć chciałoby się oderwać i silnie sznurek wyprężyć. Z tego samego powodu musi i ziemia wraz z księżycem krążyć wokół słońca, gdyż i ziemia swym własnym rozpędem unosi się w przestrzeni i poszłaby w prostej linii coraz dalej, gdyby nie była tak samo przez słońce ciągle przyciągana.

I inne ciała niebieskie z tegoż powodu muszą wokół innych krążyć, — gdyż wszystkie poruszają się w przestrzeni i wszystkie się wzajem przyciągają.

Przyciąganie ciał niebieskich nazywamy ciążeniem.

Widzieliśmy dawniej, że ziemia przyciąga wszystkie ciała ku sobie, gdyż wszystkie ciała, znajdujące się nad jej powierzchnią, spadają na nią lub ciążą ku niej; możnaby więc powiedzieć, że wszystkie ciała wzajemnie ku sobie ciążą. — Jak nazwalismy dawniej ciążenie ciał ku ziemi? — (Ciężkością. Wykład X).

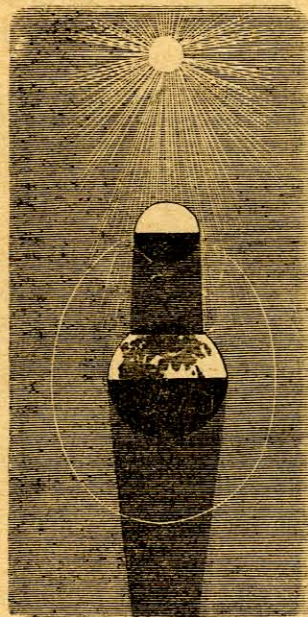
Skoro księżyc krąży dookoła ziemi w odległości tylko 50 tysięcy mil, słońce zaś znajduje się znacznie dalej (o 20 milionów mil), to rzecz jasna, iż zdarzyć się może, że księżyc, krążąc dookoła ziemi, znajdzie się pomiędzy nią a słońcem na jednej linii prostej. Co się wówczas stanie? — Pomieście jakiś przedmiot pomiędzy swem okiem a słońcem, oczywiście, przedmiot ten zasłoni wam słońce. — Tak samo księżyc, stając między ziemią a słońcem, zasłania, zaćmiewa ziemi słońce (rys. 66). Jak się takie zjawisko nazywa? (Zaćmieniem słońca).

Gdy księżyc znajdzie się w stronie przeciwnej, t. j. tak, iż ziemia znajduje się pomiędzy nim a słońcem, wówczas cień ziemi, rzucony przez słońce, pada na księżyc (rys. 67). Jak nazywamy takie zjawisko? (Zaćmieniem księżycy). — Jak

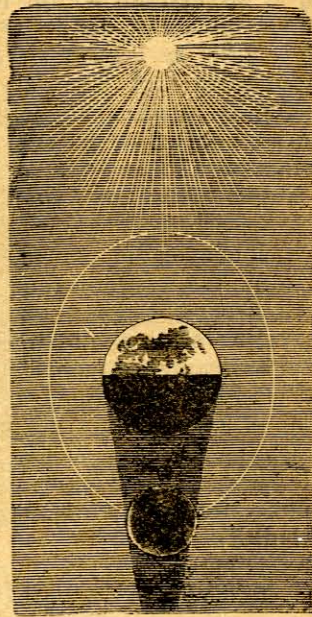


wygląda cień ziemi na księżycu i czego on dowodzi? (Wykład XLVI).

Gdyby droga, po której księżyc krąży dokoła ziemi, leżała w tej samej płaszczyźnie, w której leży droga ziemi dokoła słońca (t. j. gdyby obie drogi leżały tak, że przez nie dałoby się przeprowadzić jedną płaszczyznę), wówczas za każdym niemal obrotem księżycy, t. j. co miesiąc, zdarzałby się taki



Rys. 66.  
Zaćmienie słońca.

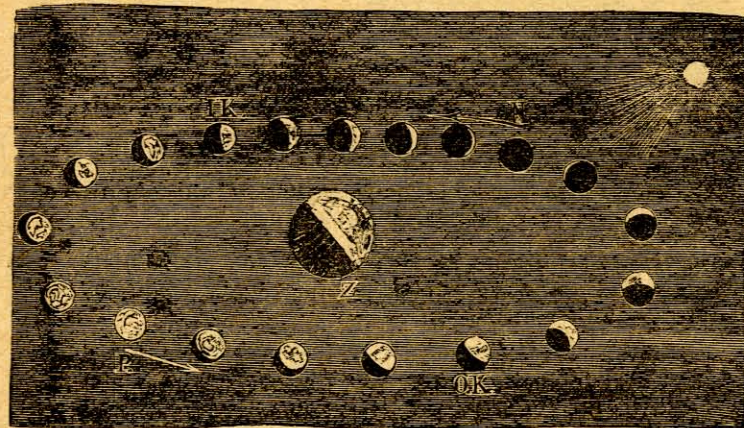


Rys. 67.  
Zaćmienie księżycy.

wypadek, iż księżyc stawałby pomiędzy słońcem a ziemią na jednej z niemi prostej linii. Mielibyśmy więc niemal co miesiąc zaćmienie słońca. W tym wypadku również co miesiąc prawie zdarzałoby się zaćmienie księżycy.

Ponieważ jednak droga księżycy jest nachylona do drogi ziemi, przeto zaćmienia słońca i księżycy zdarzają się rzadko. Aby bowiem nastąpiło jedno z tych zjawisk, trzeba, aby wszystkie trzy ciała stanęły na jednej linii prostej.

Gdy księżyc znajduje się pomiędzy słońcem a ziemią, choćby nie na jednej prostej linii, lecz nieco wyżej lub niżej od linii, łączącej (w myśli) słońce z ziemią, to ta połowa księżycy, która jest zwrócona ku słońcu i tem samem oświetlona przez słońce, jest od ziemi odwrócona; nie widzimy jej z ziemi. Natomiast zwrócona jest ku nam ciemna, nie oświetlona połowa księżycy. Mamy wówczas nów; powiadamy, że księżyc jest na nowiu (rys. 68 N). Naodwrot, gdy księżyc, zrobiwszy pół drogi dokoła ziemi, znajdzie się z drugiej jej strony, t. j. gdy ziemia leży między słońcem a księ-



Rys. 68. Przedstawienie księżycy w rozmaitych jego położeniach względem ziemi i słońca. N—nów; IK—pierwsza kwadra; P—pełnia; OK—ostatnia kwadra; Z—ziemia. Strzałki wskazują bieg księżycy z zachodu na wschód.

życem, wówczas połowa księżycy zwrócona do słońca, a zatem oświetlona, jest zarazem zwrócona do ziemi. Widzimy wówczas z ziemi całą okrągłą tarczę księżycy oświetloną, powiadamy, że księżyc jest w pełni (P). — Gdy jednak księżyc przeszedł ćwierć tylko okręgu swej drogi, poczynając od nowiu lub pełni, gdy więc znajduje się z boku ziemi (IK, OK) w stosunku do słońca, wówczas z całej oświetlonej przez słońce połowy księżycy tylko znów połowa jego jest zwrócona ku ziemi; drugiej zaś połowy, oświetlonej, z ziemi nie widzimy. Dostrzegamy przeto wtedy tylko połowę tarczy księżycy,



czyli ćwierć całej jego powierzchni; nazywamy to kwadrą księżycą. Pierwsza kwadra (rys. 68 IK) przypada w połowie czasu między nowiem a pełnią, ostatnia kwadra (rys. 68 OK) przypada w połowie czasu między pełnią a powtórny nowiem. Stąd pochodzi, że, zależnie od położenia księżycy względem ziemi i słońca, widzimy raz całą okrągłą tarczę księżycy oświetloną, to znów widzimy oświetloną tylko jej część lub zupełnie jej nie widzimy. Nazywamy to **odmianami** lub **fazami księżycy** (inaczej: lunacjami). Przeczytajcie książeczkę Brzezińskiego: »O zaćmieniach słońca i księżycy«.

## WYKŁAD LVI.

**Planety, ich kształt, odległość, ruch. — Księżycy. — Słońce. — Gwiazdy stałe. — Podobieństwo wszystkich ciał niebieskich. — W jaki sposób mogły powstać planety i księżycy. — Do czego prowadzą badania naukowe.**

Jak ziemia ciąży ku słońcu i obraca się wokół niego, tak samo i z tegoż powodu krążą jeszcze i inne ciała wokół słońca.

Wszystkie takie ciała, obracające się wokół słońca, nazywamy planetami.

Ziemia jest więc planetą.

Głównych planet jest osiem; niektóre znajdują się bliżej słońca, aniżeli nasza ziemia, inne obiegają słońce dalej, niż ziemia. Te osiem planet są to ciała wielkie, które jednak widzimy jako małe gwiazdki, z powodu wielkiej ich odległości. Niektóre są mniejsze od ziemi, inne znów znacznie większe. Wszystkie planety można rozpoznać wśród gwiazd na niebie po tem, że nie pozostają ciągle w jednym miejscu, lecz postępują coraz dalej (t. j. widzimy, jak się oddalają stopniowo od gwiazd ku wschodowi); że się wydają nieco większe od zwyczajnych gwiazd i że mają światło równe, jak np. księżyc, nie zaś migocące; gdyż planety nie świecą własnym światłem, nie płoną płomieniem, jak słońce i gwiazdy, lecz są prawie wszystkie ciałami zastygłymi, tak jak ziemia lub księżyc, i świecą tylko blaskiem, odbitym od słońca.

W celu lepszego odróżnienia jednych planet od innych, nadali ludzie każdej inną nazwę. Tak np. planeta, znajdującą

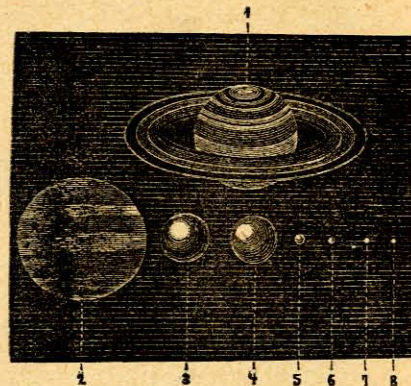
się najbliżej słońca (odległa od niego o 8 milionów mil), nazywa się Merkury, dalej już znajduje się Wenus, trzecia z rzędu jest nasza Ziemia (jak daleko znajduje się od słońca?), a jeszcze dalej krąży wokół słońca Märs. Te cztery planety nazywają się małemi, bo dalej krążą znacznie już większe. Z tych czterech planet Wenus i Ziemia są prawie jednakowej wielkości, Merkury zaś i Mars są jeszcze mniejsze. Poza temi planetami idą dalej jeszcze cztery, z których każda jest wiele razy większa od ziemi (rys. 69); największa planeta, 1200 razy większa od ziemi, nazywa się Jowiszem, za nim znajduje się Saturn, nie o wiele mniejszy, potem Uran, wreszcie Neptun (rys. 70). (Ta ostatnia planeta oddalona jest od słońca o 600 milionów mil).

Pomiędzy małemi a wielkimi planetami znajduje się mnóstwo drobnych, które leżą blisko siebie tak, że krążą wokół słońca po zbliżonych do siebie drogach. Te drogi ich, usiane temi drobnymi planetami, czyli **planetoidami**, tworzą jakby pierścień dookoła słońca, oddalony od niego o 56 milionów mil i leżący pomiędzy drogą Marsa, oddalonego od słońca o 30 milionów mil, a drogą Jowisza. Wygląda to tak, jakby wszystkie te drobne planety stanowiły jedną wielką planetę, rozbitą na części. Im dalej znajduje się jakaś planeta od słońca, tem większą musi, rozumie się, obiegać drogę wokół niego, tem dłużej więc bieć musi, zanim obiegnie słońce dookoła (rys. 70).

Wiecie, że ziemia okrąża słońce w ciągu roku; Jowisz, który znajduje się znacznie dalej, potrzebuje do tego 12 lat czasu.

Prócz tego wszystkie planety obracają się wokół swej osi i są z tego powodu także spłaszczone u biegunów, tak jak ziemia.

Cztery małe planety są nie tylko rozmiarem podobne do

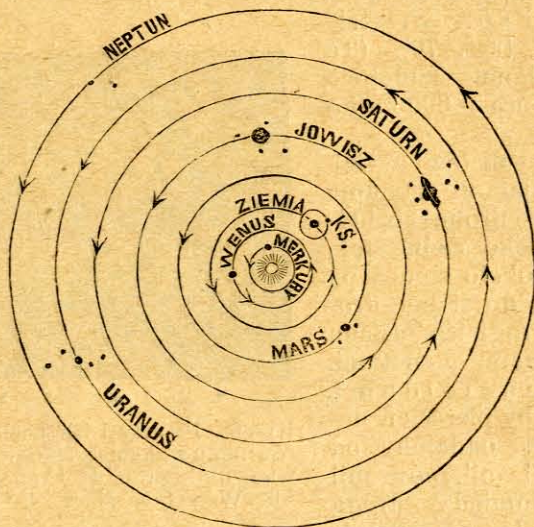


Rys. 69. Planety i ich wielkość w porównaniu z ziemią: 1—Saturn, 2—Jowisz, 3—Neptun, 4—Uran, 5—Ziemia, 6—Wenus, 7—Mars i 8—Merkury.



ziemi, ale i tem, że wszystkie, przynajmniej na powierzchni, zastygły i stwardniały; widzimy na obu biegunach Marsa nawet białe, jasne plamy, być może, że są to morza lodowate, tak jak na ziemi. Wielkie zaś planety jeszcze zupełnie nie zastygły i nie mają jeszcze twardej skorupy.

Tak samo jak wokoło ziemi krąży jeszcze jej księżyc, tak również i wokoło innych planet krąży jeszcze albo jeden, albo nawet kilka księżyców. Tylko Merkury i Wenus księżyców nie mają. Ziemia ma jeden księżyc, Mars dwa, Jowisz

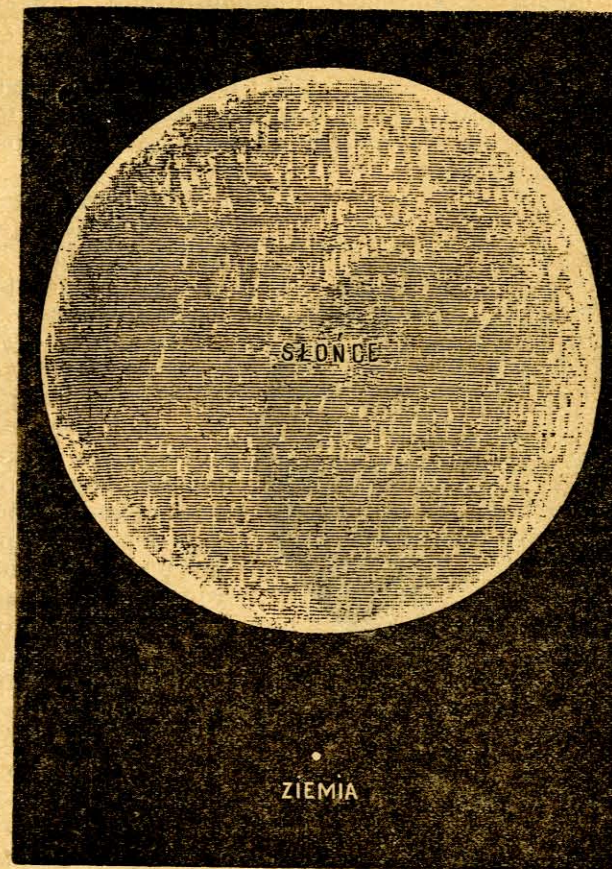


Rys. 70. Porządek obiegu planet około słońca.

osiem, a następna, za Jowiszem krążąca planeta Saturn, tak prawie jak on wielka, ma aż 10 księżyców. Prócz tego otoczony jest Saturn wokoło, przy swym równiku, wielkim świetlnym pierścieniem, a właściwie kilkoma pierścieniami, okrążającymi jego równik w pewnej od niego odległości. (Saturna z pierścieniami należy pokazać na dobrym rysunku lub narysować na tablicy kontury planety według rys. 69). Uran ma znów tylko jeden księżyc, a Neptun — dwa.

Możecie sobie teraz wyobrazić, jak wielką siłą przyciągania musi posiadać słońce, skoro może tyle i tak ogrom-

nych planet utrzymać na wodzy i zmusić je, aby się wokoło niego obracały w tak znacznych odległościach. Nic dziwnego! — ta wielka kula, która nam codzień przyświeca, która



Rys. 71. Stosunkowa wielkość słońca i ziemi.

jest najważniejszym ciałem w naszym świecie, wokoło której i ziemia nasza, i wszystkie większe jeszcze i mniejsze planety obracać się muszą, która daje nam ciepło, światło i życie, jest nieskończenie większa od tych wszystkich planet. Obję-



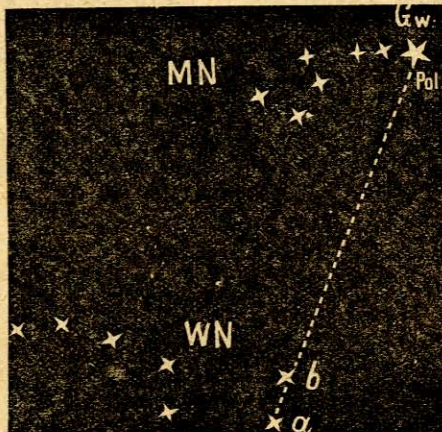




np. jest biegun północny ziemi i cała półkula północna ziemi bardziej oddalona od słońca, niż półkula południowa. Na północnej półkuli mamy wówczas zimę, na południowej lato. W czerwcu znów, przeciwnie, biegun północny jest zwrócony ku słońcu, południowy jest od niego odchylony. Północna półkula ma wówczas lato, na południowej panuje zima.

Tak jest mniej więcej w ciągu wszystkich miesięcy zimowych i letnich.

W jesieni zaś i na wiosnę oba bieguny są równo oddalone od słońca.



Rys. 74. Gwiazdozbiory Wielkiej Niedźwiedzicy (u dołu) i Małej Niedźwiedzicy (u góry). Gwiazda większa u góry jest Gwiazdą Polarną.

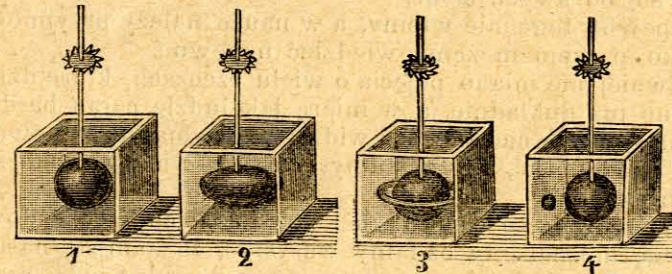
Czy wiecie, gdzie się znajduje gwiazda północna, o której wzmiankowałem? Jest to końcowa gwiazda dyszla Małej Niedźwiedzicy, podobnej zupełnie do Wielkiej Niedźwiedzicy, którą pewnie umiecie na niebie wskazać, lecz jest to zbiór gwiazd mniejszych od Wielkiej Niedźwiedzicy i w odwrotną stronę zwrócony. Znajdziecie ten gwiazdozbiór łatwo, przeprowadziwszy myślą prostą linię przez ostatnie dwie gwiazdy Wielkiej Niedźwiedzicy (jak wskazuje rysunek 74).

Wszystkie inne gwiazdy, które na niebie widzimy, t. j. wszystkie ciała niebieskie, prócz planet, nazywają się gwiazdami stałymi. Są to wszystko ciała tak wielkie jak słońce, a nawet jeszcze znacznie większe, lecz niezmiernie od nas

oddalone. Każda gwiazda stała jest słońcem, wokół którego obracają się znów liczne planety z księżycami.

Ile więc gwiazd na niebie, tyle światów całych.

Świata całego poznać wcale nie można, bo jest on niezmierny, nieskończony, złożony z niezliczonej ilości słońc i planet. Słońce nasze i wszystkie planety, krążące wokół niego, a prawdopodobnie także i wszystkie gwiazdy, mają kształt kuli z dwóch końców spłaszczonej. Jak się taki kształt nazywa? Wszystkie te ciała były niegdyś albo są jeszcze masami palącymi się lub roztopionymi; wszystkie obracają się wokół linii, łączącej dwa spłaszczone końce, czyli, jak powiadamy, obracają się wokół swej osi i to, o ile wiemy, w jedną stronę — z zachodu na wschód, tak jak ziemia nasza. Wszystkie planety naszego systemu krążą wokół słońca



Rys. 75. Doświadczenie z kroplą oliwy, obracaną wokół jej osi.

od zachodu na wschód, a wszystkie prawie księżyce wokół planet obracają się również w jednym kierunku — z zachodu na wschód.

Widzicie więc, że pod wielu względami są wszystkie ciała niebieskie bardzo do siebie podobne. Czy to nie godne zastanowienia? — Czy przypominacie sobie, co się stanie z kroplą oliwy, umieszczoną w wodzie zmieszanej ze spirytusem, gdy ją poczniemy obracać wokół jej osi? (Kropla przyjmie kształt kulisty, potem spłaszczy się u biegunów). Gdybyśmy ją dłużej i szybko obracali, wówczas więcej się spłaszczy, a zato równik jej wydłuży się, oddali od środka kropli i wreszcie na całym równiku oderwie się od kropli pierścień oliwy, który dalej wokół kulistej kropli obraca się, jakby jeszcze był z nią złączony. Po pewnym czasie pierścień



przerywa się i skupia tak, że tworzy małą kuleczkę oliwy, obracającą się wokoło swej osi i biegnącą dalej wokoło dużej kropli, tak, jak biegł przedtem wokoło niej pierścień, z której ta kulka powstała. (*Nauczyciel ilustruje to objaśnienie rysunkiem na tablicy według rys. 75*). Być może, że pierścień otaczający planetę Saturn, o której dziś mówiłem, oderwał się w ten sam sposób od niej. Być może, że gdy ten pierścień przetrwie się i skupi, utworzy wtedy nowy, jedenasty księżyc, biegnący wokoło Saturna, tak jak w naszym doświadczeniu mała kulka oliwy krąży wokoło dużej; być może, że wszystkie 9 księżyców Saturna w ten sam sposób powstały.

Może księżycy i innych planet tak samo się od nich niegdyś oderwały; być może, że i nasz księżyc był kiedyś pierścieniem, który się oderwał od ziemi, gdy była jeszcze w stanie płynnym; a może i wszystkie planety w ten sam sposób oderwały się od swych słońc.

Napewno tego nie wiemy, a w nauce należy przyjmować to tylko, o czem możemy wiedzieć napewno.

Dawniej nie miano pojęcia o wielu rzeczach, które dzisiaj poznano już dokładnie, a w miarę jak ludzie coraz bardziej zastanawiają się nad tem, co widzą, nabywają coraz pewniejszych wiadomości, które i umysł nasz oświecają, i korzyść nam przynoszą.

Widzicie, ile to ciekawych i pożytecznych rzeczy dowiedzieć się można, gdy badamy wszystko, co nam się nasuwa pod zmysły! Starajcie się więc zawsze nad każdą rzeczą zastanawiać się, każdą rzecz poznać bliżej, każdą zbadać, i we wszystkim dążcie tylko do wykrycia prawdy.

Przeczytajcie książeczkę: »Pogadanki o niebie i ziemi«.

## WYKŁAD LVII.

**Z czego się składa świat cały. — Materja. — Ciało. — Zjawisko.**

Naukę naszą w tym roku rozpoczęliśmy od poznawania ciał najprostszych, jakie się nam naśnęły, i powoli doszliśmy do zrozumienia, czem jest świat cały. Widzieliście, że świat składa się z przeróżnych ciał, rozrzuconych w nieskończonym przestrzeni. Poznaliście w ogólnych zarysach własności ważniejszych ciał, dowiedzieliście się, skąd one powstały, gdzie

się znajdują, w czem są jedne podobne do drugich i czem się od nich różnią, a także, jakie korzyści mogą z nich mieć ludzie.

Jest jeszcze wiele innych bardzo ważnych rzeczy do dowiedzenia się o świecie, lecz musimy to odłożyć do lat przyszłych.

Dziś zapamiętajcie sobie, że to, z czego jakieś ciało jest utworzone, nazywa się materją; np. stół jest ciałem, a to, z czego stół jest zrobiony, nazywamy wogóle materją. Więc czem jest materja tego stołu? — (Drzewem). — Gwóźdź jest ciałem, a jego materję jak nazywamy? — (Żelazem). — Czem są nożyczki? — Ciałem czy materją? — (Ciałem). — A jak nazywamy materję tego ciała? — (Stalą). — Czem jest szklanka? — (Ciałem). — Z jakiej materji zrobione jest to ciało? — (Ze szkła). — Gdybym potłukł szklankę na kawałki, czy miałbym szklankę? — (Nie). — Więc ciało się zmieniło: miałem jedno ciało, a teraz mam kilka innych, mniejszych ciał. — Czy i materja się zmieniła? — (Nie). — W całej szklance i w potłuczonych kawałkach zawiera się ta sama materja: szkło. — Dajcie jeszcze kilka przykładów ciał i wymieńcie, z jakiej materji są utworzone.

Ta sama materja może się mieścić w różnych ciałach, np. żelazo mieści się nie tylko w gwoździu, lecz i w kluczach, młotach i bardzo wielu innych ciałach; tak samo mamy różne przedmioty szklane, drewniane i t. d. — Żelaza jest bardzo wiele na świecie, każdy gwóźdź, każdy klucz i t. d. jest tylko częścią tego ogromnego zasobu żelaza; każde ciało jest więc tylko częścią materji.

Możemy więc powiedzieć, że świat cały złożony jest z materji, podzielonej na mnóstwo oddzielnych części, czyli na ciała.

Materja bywa różna, np. żelazo, miedź, złoto, srebro, wapno, glina, węgiel, sól i t. d.

Tak samo ciała, jak i materja mogą się zmieniać. Wiecie już, że żadne ciało nie pozostaje wiecznie w tem samym miejscu, ani nie pozostaje takim, jakim było, lecz każde ciało z czasem się zmienia, przenosi się z miejsca na miejsce, kruszy się, topnieje, paruje, łączy się z innymi lub rozkłada się na części. Takie zmiany ciał widzimy na każdym kroku: liście na drzewie poruszają się, ciała spadają na ziemię, pękają, tłuką się, gniją, inne znów palą się, gniją w ziemi,



wietrzeją i przestają być tem, czem były, żelazo nawet ściera się, rdzewieje i t. d.

Każda taka zmiana, zachodząca z ciałem, jakkolwiekby ona była, nazywa się w nauce zjawiskiem.

W ciągu tego roku poznaliście już bardzo wiele różnych zjawisk, bo nauka, którą się zajmujemy, uczy o wszystkim, co nas otacza, o całym świecie i wszystkich zmianach, które w nim zachodzą. Wiemy zaś, że świat składa się z materji, podzielonej na niezliczone mnóstwo ciał podlegających ciągłym zmianom.

Wyliccie ważniejsze zmiany czyli zjawiska, zachodzące w świecie, które poznaliśmy dotąd. (*Uczniowie przy małej pomocy nauczyciela wyliczają zjawiska w pewnym związku*). Słońce, ziemia, księżyc i wszystkie planety obracają się wokoło swej osi i wokoło innych ciał niebieskich. Na powierzchni ziemi mamy ciągły ruch: woda bezustannie krąży, paruje, unosi się w górę, spada, płynie po powierzchni ziemi lub pod nią, zamienia się w lód, który się znów topi, paruje i t. d.; kamienie, góry i skały pękają, rozpadają się, kruszą, wietrzeją, zostają częściowo przenoszone wodą, wiatrem lub pracą ludzką i zwierzęcą w inne miejsca. W powietrzu zachodzą również ciągłe zmiany: wieją wiatry, wichry, zrywają się burze, zmienia się pogoda, powietrze ogrzewa się i oziębia i t. d. Zwierzęta i rośliny żyjące na ziemi przedstawiają też wiele zjawisk: zwierzęta rodzą się, poruszają się, oddychają, przyjmują pokarm, trawią, wydają głosy, rosną, chorują, umierają i gniją w ziemi i t. d.; rośliny również odżywiają się, rosną, wypuszczają coraz to nowe gałęzie lub liście, kwiaty, owoce, nasiona, z których znów nowe powstają rośliny; dawniejsze liście lub kwiaty opadają, usychają i gniją, wreszcie i całe rośliny także zamierają i gniją, czasami spalają się, często są zjadane przez zwierzęta i ludzi; liście i całe drzewa pod wpływem wiatru poruszają się, gną, łamią się i t. d.

We wnętrzu ziemi także zachodzi ciągły ruch: z rozpalonego wnętrza wydobywają się gazy, które prą i cisną na twardą skorupę ziemi, podnoszą ją, niekiedy wstrząsają nią, czasami przerywają i wydobywają się na zewnątrz.

Ani sposób wyliczyć nawet najważniejszych zmian, czyli zjawisk, które bezustannie w niezliczonej ilości na naszej ziemi i w jej wnętrzu i w całym świecie zachodzą.

Powtórzcie, z czego składa się świat? Co to znaczy materja? — Jakim sposobem człowiek poznaje materję? — (Zmys-

łami). — Wszystko, co zmysłami poznać możemy, jest materja. — Co to jest ciało? — (Część materji). Co to znaczy zjawisko?

## W Y K Ł A D LVIII.

**Dwa rodzaje zjawisk: zjawiska fizyczne i chemiczne. — Zjawiska chemiczne sprowadzają się do rozkładu jednego ciała na kilka lub do złączenia kilku ciał w jedno nowe. — Energia.**

Widzieliście, że w świecie zachodzą z ciałami różne zmiany czyli zjawiska. Zjawisk jest nieskończona ilość; ciągle, bezustannie, bez przerwy, najrozmaitsze zjawiska następują po sobie. Gdy się dobrze nad nimi zastanowicie, łatwo spostrzeżecie, że, pomimo takiej ich mnogości i różnorodności, wszystkie one dadzą się sprowadzić tylko do dwóch rodzajów.

Gdy ciało jakie porusza się, np. gdy księżyc obraca się wokoło ziemi lub gdy liście na drzewie poruszają się, mamy wówczas zjawisko, ale przy tem zjawisku samo ciało ani jego materja wcale się nie zmienia, księżyc pozostaje księżycem, liść — liściem i t. d. Gdy pióro spadnie na podłogę, mamy również zjawisko, gdyż jest to ruch ciała, zmiana miejsca; ale pióro, gdy spadnie, nie zmieni się przez to i pozostaje tem samem, czem było przedtem.

Takich zjawisk, przy których ani ciało samo, ani jego materja się nie zmienia, istnieje mnóstwo: wszystkie ciała niebieskie poruszają się; jedno ciała spadają na ziemię, inne unoszą się w górę, wiatr wieje, woda płynie, zwierzęta przechodzą, przepływają lub przelatują z miejsca na miejsce, wiatr i woda przenoszą różne ciała na dalekie przestrzenie i t. d. Lecz same ciała przy tem nie zmieniają się.

Co się stanie, gdy np. szklanka spadnie na kamienie? — (Potłucze się). — Czy tu ciało także pozostało bez zmiany? — (Zmieniło się). — Mówiliśmy na zeszłej lekcji, że choć się tu ciało zmieniło, to materja tego ciała jednak pozostała bez zmiany. — Gdybym rozłamał kawałek drzewa na kilka części, czy przy tem zjawisku ciało się zmieni? — (Tak). — Otrzymam z jednego ciała kilka ciał. A materja drzewa zmieni się, gdy je połamię? — (Nie). — Tak samo w całym drzewie, jak i w każdym kawałku pozostaje ta sama materja. — Jest



więc bardzo wiele zjawisk, przy których ciało może się zmieniać lub nie, ale materja tego ciała pozostaje bez zmiany.

Wszystkie takie zjawiska, przy których materja się nie zmienia, nazywamy zjawiskami fizycznymi. Każdy ruch ciała, zmiana kształtu, podzielenie ciała na części, zgniecenie, skurczenie, rozciągnięcie, stopnienie, rozpuszczenie i t. p. są to zjawiska fizyczne. Wyliczcie jeszcze kilka przykładów zjawisk fizycznych, t. j. takich, przy których materja ciała się nie zmienia.

Są jednak inne jeszcze zjawiska, przy których i sama materja ciała zmienia się. Gdy np. drzewo się pali, wówczas przestaje być drzewem i zamienia się w węgiel, a następnie w popiół i gazy, uchodzące z drzewa. Węgiel, popiół, dym nie są już drzewem, przy tem zjawisku zmieniała się i sama materja ciała.

Z czego robi się szkło? — Czy można poznać, że w szkło jest piasek, soda i wapno? — Szkło jest wcale niepodobne do żadnego z tych ciał, nie jest sypkie jak piasek, nie ma tej twardości, łatwiej się od piasku topi, jest przezroczyste i bezbarwne; wapno jest białe, nieprzezroczyste i miękkie; soda, choć jest przezroczysta, ale nie tak twarda, jak szkło, rozpuszcza się w wodzie i ma smak: szkło tych własności nie posiada. Więc szkło przedstawia zupełnie inną materję aniżeli piasek, wapno, soda, z których powstało. Gdy robimy szkło, zmieniamy zupełnie materję ciał; nie jest to już więc zjawisko fizyczne. Gdy żelazo rdzewieje, wówczas również zmienia się jego materja; z żelaza powstaje rdza, która już nie jest żelazem; żelazo jest ciałem twardem, rdza jest proszkiem, rdza ma inną barwę, nie ma połysku metalicznego, nie wydaje dźwięku metalicznego i nie topi się w ogniu, nie jest kowalną; nie daje się polerować, nie ma ani jednej własności żelaza.

Gdy wino stoi przez czas dłuższy w źle zakorkowanej butelce, wówczas kwaśnieje; kwaśnieje zaś wino z tego powodu, że zamienia się w ocet. Ocet zaś, jak wiecie, jest zupełnie innym ciałem aniżeli wino; tu więc zaszła zmiana materji. Jeżeli butelka z winem stała przez cały czas spokojnie w miejscu, to przy tem zjawisku nie nastąpił ani ruch ciała, ani zmiana kształtu ciał, ani podział na części, zmieniła się tylko materja ciała.

Takie zjawiska, przy których materja się zmienia, nazywają się zjawiskami chemicznymi.

Dawniej poznaliście już wiele zjawisk chemicznych. Palenie się ciał np. jest takim zjawiskiem. Na poprzednich lekcjach przekonaliście się, że gdy pali się drzewo, świeca lub nafta, wówczas te ciała rozkładają się na trzy inne. Na jakie? — (Na popiół, parę wodną, kwas węglowy). Kiedy jeszcze rozkładają się ciała na takie same trzy rodzaje materji? — (Gdy gniją, fermentują lub oddychają). — Więc gnicie, fermentacja i oddychanie są takimi samymi zjawiskami chemicznymi, jak i palenie.

A jak się rozkłada drzewo przy suchej destylacji? — Jak się rozkłada przy suchej destylacji węgiel kamienny? — Więc jakim zjawiskiem będzie rozkład, zachodzący przy suchej destylacji? — (Chemicznem).

Jakie jeszcze ciała umiecie rozłożyć na inne? Jak się rozkłada kreda lub marmur, gdy je silnie wypalamy lub oblewamy kwasem? Jakim więc zjawiskiem jest rozkład kredy na wapno i kwas węglowy? — (Chemicznem).

Czy pamiętacie, co to jest śniedz czyli grysztan? — Gdy więc tworzy się grysztan, to miedź zmienia się tak, jak zmienia się np. żelazo, gdy rdzewieje; powstaje nowa zupełnie materja; mamy i tu więc zjawisko chemiczne.

Co się tworzy, gdy skałen czyli szpat polny wietrzeje? — Czy glina jest podobna do szpatu polnego? Wymieńcie, czem się ona od niego różni. — Więc czy to jest ta sama materja? — Jakim więc jest zjawiskiem wietrzenie ciał? — Widzicie, że i zjawisk chemicznych jest również bardzo wiele; wszystkie polegają albo na tem, że się materja jakiegoś ciała rozkłada na kilka innych, np. tak, jak się rozkłada drzewo, gdy jest podane suchej destylacji, albo jak się rozkłada kreda w ogniu, — albo też na tem, że, odwrotnie, kilka różnych ciał łączy się z sobą i tworzy zupełnie nową materję, np. tak, jak się łączy piasek, soda i wapno, gdy tworzą szkło — lub, jak się łączy wapno z kwasem węglowym, tworząc kredę. Wszelkie zjawisko chemiczne jest albo rozkładem ciała, albo łączeniem się ciał, albo też jednym i drugim jednocześnie.

Znamy jeszcze jedno ważne zjawisko. — Co czerpią z ziemi korzenie roślin? — Do jakich organów rośliny przechodzą te ciała? — Co pobierają jeszcze liście z powietrza? — Co się dzieje w liściu z kwasem węglowym, wodą i popiołem? — (Ciała te łączą się z sobą). — Co powstaje z tego połączenia kwasu węglowego z wodą lub z wodą i popiołem? (Wykład XXXIV). Czy biało, krochmal, guma, cukier są tą samą ma-



terją, jak woda, popiół, kwas węglowy? — (Nie). — Więc jakie to jest zjawisko: łączenie się kwasu węglowego z wodą i popiołem? — (Chemiczne).

Powtórzmy teraz wszystko, o czym dziś mówiliśmy. — Co to znaczy zjawisko? — Jakie bywają zjawiska? — Co to są zjawiska fizyczne? — Dajcie kilka przykładów zjawisk fizycznych. — Co to są zjawiska chemiczne? — Wymieńcie kilka zjawisk chemicznych. — Na czym polegają zjawiska chemiczne? — Dajcie kilka przykładów rozkładu chemicznego ciała. — Wymieńcie kilka zjawisk chemicznych, polegających na łączeniu się ciał.

[Widzieliśmy poprzednio, że w maszynach parowych ciepło zamienia się w prężność pary, a ta znów w ruch tłoka, kół i t. p. Tak samo i w naszym ciele ciepło zamienia się w pracę mechaniczną naszych rąk, nóg i t. p. i dlatego do organizmu naszego musimy wprowadzać wciąż pokarm, t. j. jakby materiał opałowy, który, spalając się, wytwarza wciąż znów ciepło (widzieliśmy bowiem, że oddychanie jest to spalanie się cząstek ciała), gdyż ciepło, zamieniając się w pracę mechaniczną, wyczerpuje się. Ciepło słoneczne, ogrzewając wodę w morzach, rzekach i t. p., podnosi ją w górę, wykonywa więc pracę; ogrzewając powietrze, porusza je, powodując powstanie wiatru i t. d. Tak zawsze ciepło może zamienić się w pracę mechaniczną. Ale i odwrotnie: trąć dwa ciała o siebie, uderzając jednym o drugie i t. p., możemy je rozgrzać; praca mechaniczna zamienia się w ciepło. Przekonano się, że ile razy ciepło zamienia się w pracę lub odwrotnie, zawsze z tej samej ilości ciepła otrzymujemy tę samą ilość pracy i odwrotnie; nic przytem nie ginie. Lecz ciepło, a więc i praca, z której ciepło zawsze otrzymać można, może się też zamienić w światło, czy w elektryczność, albo w zdolność chemicznego łączenia się ciał i odwrotnie. Wygląda to tak, jak gdyby w świecie istniał jakiś czynnik, który, stosownie do warunków, objawia się nam jako ciepło, jako ruch ciał, jako elektryczność, światło, zdolność chemicznego łączenia się ciał i t. d. To, co przyjmuje te różne postacie, pozostając jednak samo w sobie ciągle jednakowem, nie mogącem być zniszczonem, ani z niczego wytworzonem, nazywamy energją. Energją jest to, co wprowadza ciała w ruch, co, gdy temu ruchowi postawimy przeszkodę, zamienia się wnet w ciepło, co może być dla naszych zmysłów ukryte lub wystąpić w postaci światła, elektryczności, chemicznego łączenia się ciał i t. d.,

co wykonywa lub jest zdolne wykonać pracę, lecz co jest wieczne, niezniszczalne, nie mogące się samo z niczego wytworzyć. Krótko określamy energję jako zdolność wykonania pracy. I choćby ta energja przybyła na ziemię w postaci promieni słońca przed setkami wieków i ukryta została w liściach rosnących wówczas na ziemi roślin, które potem w ciągu tysiącleci przeleżały w ziemi, zamieniając się w węgiel kamienny, nie ginie ona i gdy dziś dajemy jej możność wyzwolenia się, spalając węgiel kamienny w piecu lub pod kotłem maszyny, energja ta objawia się jako ciepło, czy światło, ogrzewając nasze mieszkania, poruszając maszyny i t. d. Widzieliśmy, że energję naszego organizmu zawdzięczamy energji ukrytej w pokarmach, które pochodzą z roślin i że rośliny zawdzięczają ją słońcu, że węgiel kamienny zawdzięcza swą energję temuż źródłu, że energja słoneczna jest źródłem energji wiatru czy prądu wody. Tak wszelką formę energji na ziemi zawdzięczamy głównie, prawie wyłącznie, energji ciepła i światła słonecznego. Gdy podnoszę w górę kamień, tracę na to część swej energji, lecz jednocześnie kamień nabywa ją, gdyż kamień podniesiony może spaść i wykonać pracę. Taką energję, jak energja kamienia podniesionego, strzały leżącej na napiętym łuku, energję ukrytą w węglu kamiennym, w prochu i t. p., nazywamy energją możliwą (potencjalną). Energję kamienia spadającego, strzały wypuszczonej z łuku, prochu wybuchającego, ciepła wprowadzającego ciała w ruch i t. p. nazywamy energją czynną (kinetyczną). — Jedną w drugą zawsze zamienić się może, lecz żadna część energji nigdy nie znika, ani sama z siebie nie powstaje].

## W Y K Ł A D LIX.

Nauki przyrodnicze i ich podział. — Powtórzenie kursu.

Kończymy już nasze lekcje tegoroczne.

Poznaliśmy w ciągu roku bardzo wiele ciał i zjawisk, i przekonaliście się, jak ważnemi są te wiadomości, które nabyliście.

Ale wiecie też, że nie zdążyliśmy poznać ani wszystkich, ani nawet najważniejszych ciał i zjawisk. Nawet o tych ciałach



łach i zjawiskach, o których mówiliśmy, możnaby jeszcze bardzo wiele pożytecznego i ciekawego powiedzieć.

Nauka nasza jest bardzo obszerną. Jest to nawet nie jedna nauka, ale wiele obszernych i ważnych nauk, które połączyliśmy w jedną.

Wszystkie te nauki razem nazywamy naukami przyrodniczymi.

Wybraliśmy w tym roku z nauk przyrodniczych tylko najważniejsze wiadomości i poznaliśmy je w ogólnych zarysach. Opowiedzcie, czem zajmowaliście się wogóle w tym roku? — Więc, krótko mówiąc, poznawaliśmy i opisywaliśmy najważniejsze ciała, z których składa się świat, t. j. słońce, planety i ich księżyce, gwiazdy, ziemię całą i wszystkie ciała, znajdujące się na powierzchni ziemi, nad nią lub pod nią; opisywaliśmy zjawiska, zachodzące w świecie, i staraliśmy się je zbadać czyli poznać ich przyczyny. To wszystko jest właśnie zadaniem nauk przyrodniczych.

Więc jakby to najkrócej powiedzieć, co to są nauki przyrodnicze? *(Po kilku określeniach, danych przez uczniów, nauczyciel streszcza je)*. Nauki przyrodnicze zajmują się opisaniem wszystkich ciał i zjawisk w świecie i zbadaniem tych zjawisk, czyli wykryciem ich stosunku do siebie.

Ciał i zjawisk jest bardzo wiele różnych, tak że jedną nauką trudno byłoby to wszystko objąć, dlatego zwykle dzielą nauki przyrodnicze na kilka nauk odrębnych.

Opisywanie i badanie przyczyn zjawisk fizycznych stanowi osobną naukę, którą nazywamy fizyką.

Zjawiskami chemicznymi zaś zajmuje się inna część nauk przyrodniczych, którą nazywamy chemią.

Nauka o obrocie ciał niebieskich: słońca, planet, gwiazd, o ich wielkości i odległości, nazywa się astronomją.

Ziemia i ciała na niej znajdujące się stanowią przedmiot innych znów nauk. Jak się nazywa nauka, opisująca minerały? — *(Mineralogja)*.

Nauka zaś, zajmująca się zbadaniem sposobów, jakimi utworzyły się pokłady minerałów w ziemi, — zmian, jakim podlegały te pokłady i cała skorupa ziemi, i jak te pokłady są teraz w ziemi ułożone — nazywa się geologją.

Jak się nazywa nauka, opisująca powierzchnię ziemi: lądy i morza, góry i doliny na lądzie, rzeki, jeziora i t. d.? — Jak się nazywa nauka, opisująca rośliny i przyczyny ich życia? —

Jak się nazywa nauka, opisująca zwierzęta i sposób ich życia? — Wszystkie te nauki razem wzięte nazywają się, jak powiedziałem, naukami przyrodniczymi, bo uczą o wszystkim, co w świecie zachodzi, o całej przyrodzie. *(Przy powtórzeniu powyższego wykładu nie należy koniecznie wymagać, aby uczniowie zapamiętali nazwy wszystkich nauk, ani też, aby je umieli ściśle określić)*.

Powtórzmy teraz ważniejsze wiadomości, jakich nabyliśmy dotąd. — Co to są nauki przyrodnicze? — Co to znaczy opisać ciało? — Jakie są ważniejsze własności ciał? — Co to znaczy zjawisko? — Wyliczcie kilka zjawisk. — Co to znaczy zbadać zjawisko? — Na jakie główne odrębne nauki możnaby podzielić nauki przyrodnicze? — Co to jest fizyka? — Co to jest zjawisko fizyczne? — Wyliczcie kilka zjawisk fizycznych. — Co to jest chemja? — Co to znaczy: zjawisko chemiczne? — Wyliczcie kilka zjawisk chemicznych. — Na czym polegają zjawiska chemiczne? — Dajcie przykład rozkładu chemicznego jakiegoś ciała. — Dajcie przykład złączenia się chemicznego ciał. — Na jakie ciała rozkładają się ciała palące się, oddychające i gnijące? — Co to jest astronomja? — Czego ona o tych ciałach uczy? — Co to jest geografja? — Co to jest geologja? — Jakie minerały znajdujemy w ziemi wielkimi pokładami? — W jaki sposób powstały pokłady kredy, wapna, miki, gliny, piasku? — Jak nazywamy takie utwory? — Co to są utwory ogniowe? — W jaki sposób powstały pokłady torfu, węgla brunatnego i kamiennego? — Jakie mamy dowody na to, że ziemia jest wewnątrz rozpalona? — Jaki kształt ma ziemia nasza? — Dlaczego jest ona przy biegunach spłaszczoną? — Co to jest mineralogja? — Wyliczcie, na jakie grupy podzieliłiśmy minerały i t. d.

Mam nadzieję, że polubiliście przyrodę i że postaracie się skorzystać z nadchodzących wakacyj, aby w czasie pobytu na wsi, czy choćby w mieście, dalej ją badać w jej naturalnych zjawiskach. Postarajcie się przez wakacje przeczytać książkę Brzezińskiego: »Moje wakacje na wsi«.



## WYKŁAD LX.

**Metody naukowe.** — Pożytki z minerałów, roślin i zwierząt. — Pożytek z badania zjawisk. — Jaką korzyść mamy z nauki. — Cywilizacja, kultura, wiedza, moralność i jej zależność od postępów wiedzy. — Miłość bliźniego i praca.

(Jeżeliby do końca roku szkolnego pozostawało jeszcze kilka lekcji, należy jedną poświęcić na zaznajomienie uczniów z zasadniczymi metodami naukowymi: spostrzegania i doświadczenia, ale opierając się wyłącznie na faktach, przytoczonych w poprzednich wykładach; uczniowie poznali już bowiem kilka przyrządów (lupa, mikroskop, waga, maszyny parowe i t. p.) i doświadczeń (powstawanie barw mieszanych, próba na zasadniczą barwę marmuru; wykrycie barwy ciał pozornie bezbarwnych, próby twardości, sprężystości, rozpuszczalności, krystalizacji, topliwości, przewodnictwa ciepła, składu chemicznego, destylacji, a zwłaszcza nieprzenikliwości powietrza, — spłaszczanie się u biegunów kul obracających się, wykrycie jednego z wielu składników ziemi, służącego za pokarm roślinie i b. w. in.), na których o służyć się można.

(Wreszcie, jeżeli czas pozwala, należy koniecznie jedną z kcj poświęcić na lepsze wyjaśnienie pożytku z nauk przyrodniczych i ich znaczenia społecznego. Nie podajemy tych lekcji, gdyż rzadko udaje się je w tym kursie przeprowadzić; uwzględnimy je obszerniej w następnych książeczkach. Tu podajemy tylko w streszczeniu plan wykładu, dotyczącego pożytku z nauk przyrodniczych, na wypadek, gdy na wykład ten nauczycielowi czasu wystarczy):

Jakie mamy pożytki z minerałów, jakie z roślin, jakie ze zwierząt? (Prócz zastosowań, wymienionych przy opisie minerałów, w ciągu niniejszego kursu zwrócić należy głównie uwagę na materiały roślinne i zwierzęce, służące za pokarm człowiekowi, napoje i użytki; na paszę dla bydła; na materiały, służące do wyrobu odzieży, zwłaszcza na len, konopie, bawełnę, jedwab, wełnę, sierść i futra zwierzęce, skórę zwierzęcą, puch, pierze i t. p.; — na materiały budowlane mineralne i roślinne, tak naturalne, jak i sztuczne: kamienie, żelazo, cegłę, wapno, cement, szkło, tekturę smołowcową, blachy cynkowe, drzewo, trzcinę, słomę i t. p.; na materiały do wyrobu mebli, naczyń, statków, gospodarskich narzędzi, przyrządów i maszyn; na przedmioty codziennego użytku, zwłaszcza na materiały opałowe, oświetlające, oczyszczające i inne, jak np. krochmal, papier, gumę, farby

i pokosty, mydła, zwierciadła i wiele innych; — dalej na *leki* pospolicie znane, np. z mineralnych: soda, magnezja, amonjak, kwas borny, jodyna, żelazo, lapis i t. p.; z roślinnych: cytryna, korzeń siołkowy, mięta, rumianek, kwiat lipowy, siemę lniane, olej rącznikowy (rycinowy), piołun, goździki, chinina, morfina i t. p.; — ze zwierzęcych: tran rybi, strój bobrowy, pijawki, kantarydy czyli muchy hiszpańskie i t. p.).

Nie należy też zapominać o zwróceniu uwagi uczniów na korzyści, jakie mamy z pracy zwierząt, zwłaszcza zwierząt jucznych i pociągowych, z ułożonych do polowania; a także na korzyść, jaką przez oczyszczanie powietrza dostarczają nam rośliny; wreszcie na rozmaite użytki, jakie wyciąga człowiek z minerałów i zwierząt.

(Powtarzamy, że chodzi tu jedynie o zwrócenie uwagi uczniów, jak ważne, różnorodne i liczne korzyści wyciąga człowiek z dokładnego poznania ciał; lecz bynajmniej nie o to, aby uczniowie umieli wszystkie zastosowania techniczne wyliczyć).

Czy rośliny i zwierzęta nie przynoszą też nam i szkód? — Jakie? (Rośliny trujące: białuń, belladona, lulek, tytuń, grzyby jadowite i t. p., chwasty, szkodniki zwierzęce, pasorzyty roślinne i zwierzęce, zwłaszcza powodujące choroby zbóż i choroby zakaźne ludzi).

Dlaczego więc ważnem jest poznanie minerałów, roślin i zwierząt? (Aby umieć korzystać z pożytecznych i uchronić się od ciał szkodliwych). — Czy więc mineralogja, botanika i zoologja są pożytecznymi naukami? — Czy poznajemy te nauki tylko dla materialnej korzyści? — Jaką z nich jeszcze korzyść mamy? — Czy nie jest pożytecznem poznać wszystko, co się wokoło nas znajduje i dzieje, choćbyśmy nie mieli z tego korzyści materialnej?

Dlaczego człowiek nie powinien patrzeć obojętnie na to, co go otacza? — Czy rozumienie wszystkiego nie jest samo przez się przyjemne? — Sprawia to i przyjemność i pożytek, bo oświecla i rozwija umysł.

Jaką mamy korzyść z poznania zjawisk fizycznych i chemicznych? (Prócz materialnej i umysłowej korzyści, należy zwrócić uwagę na rozpraszanie przez naukę przesądów, zachęcanie do pracy i zbliżanie ludzi do siebie).

Słusznie więc mówią, że nauka jest wielką potęgą; rozświecła umysły, wzbogaca nas materialnie, uszlachetnia i czyni nas panami świata; nauka jest światłem, rozpraszającym



mrok przesądów, zabobonów, niechęci i nienawiści ludzkich. Nauka czyni nas, nawet mimo woli naszej, lepszymi.

Wyobraźmy sobie człowieka dzikiego, nieoświeconego; jak on pracuje i jakim sposobem zdobywa żywność? — Kto ma z tego użytek? — (Tylko on sam i jego rodzina).

Jak pracują ludzie w krajach oświeconych? — Szewc np. u nas także pracuje dla siebie i swej rodziny, ale czy tylko on ma z tej pracy korzyść? — Czy on dla siebie szyje obuwie? — Choć pracuje tylko dlatego, aby miał czem wyżywić siebie i swą rodzinę, to jednak ileż ludzi z jego pracy odnosi korzyść! Tak samo z pracy każdego innego rzemieślnika.

Kupiec również dla siebie tylko pracuje; ale cóżby się stało, gdyby kupców nie było? Po każdym funt cukru, mydła, świec, albo po sztukę płótna, musielibyśmy jechać do fabryk, po herbatę udawać się do Chin, a po kawę do Arabji.

Czy więc kupcy są potrzebni? — Czy tylko oni jedni mają korzyść ze swej pracy?

Toż samo tyczy się pracy każdego innego człowieka: rolnika, nauczyciela i t. d. Każdy rzemieślnik, inżynier, oficjalista lub urzędnik, pracujący np. na drodze żelaznej, pracuje tylko dla siebie; ależ ile tysięcy ludzi ma z kolei żelaznej utrzymanie! Chociaż to, co każdy z nich robi, nie przynosi jemu samemu żadnego pożytku, a ile milionów ludzi z pracy tych ludzi korzysta, bo kolej służy przecież całemu krajowi.

Im wyżej stoi oświata, tem więcej ludzi sobie wzajemnie korzyści oddaje; wszyscy pracują dla innych, ale i sami mają stąd utrzymanie. Oświata zmusiła nas do tego, abyśmy życie swe poświęcili dla dobra innych ludzi, nawet pomimo naszej woli. Człowiek wykształcony rozumie to i wie, że wtedy tylko jest wszystkim najlepiej, gdy każdy dla innych pracuje.

Pomyślcie, jak bardzo my dziś wyróżniamy się od ludzi pierwotnych, żyjących w stanie dzikim, nie różniących się prawie od zwierząt, — naszymi pojęciami moralnymi, naszą umysłowością, naszymi dążeniami i celami, naszymi obyczajami i sposobem życia, sposobem zaspokajania naszych potrzeb, bezpieczeństwem wobec grożących nam sił przyrody i złej woli innych ludzi, łatwością porozumiewania się dla wspólnego dobra z ludźmi choćby w najodleglejszych krajach mieszkającymi, łatwością zdobywania wiedzy i t. d.

To wszystko nazywamy naszą cywilizacją, i to wszystko zawdzięczamy przecież tylko naszej nauce!

Człowiek pierwotny, w stanie dzikości żyjący, mieszka

tylko po jaskiniach, za odzienie służy mu skóra, zdarta ze zwierząt; za pożywienie to tylko, co w krwawej walce z drapieżnymi zwierzętami, kosztem narażenia swego życia zdobywa. Jak bezradne jest jego położenie wobec sił przyrody, wobec grożących mu chorób, burz, powodzi, pożarów, dzikich zwierząt i innych, również dzikich ludzi! — jak niskie są jego pojęcia o otaczającym świecie, jak pełne obaw i przesądów życie, jak wstrętne są obyczaje takiego człowieka, żyjącego bez celu, bez myśli, zupełnie jak zwierzę.

W miarę jak doświadczeniem zdobywa środki do walki z przyrodą, sposób jego życia i obyczajów, czyli, jak powiadamy, jego kultura, doskonalą się i rozwija; człowiek poczyną sobie coraz bardziej zdawać sprawę z warunków, w których żyje; ze swego stosunku do otoczenia; uczy się coraz lepiej zaspokajać swoje potrzeby; zaczyna pojmować korzyść, jakaby miał z pomocy innych ludzi; jego umysł obejmuje coraz szersze kręgi; nie zadowala się już lepszym i wygodniejszym życiem; poczyną odczuwać także potrzeby umysłowe; słowem, podnosi się stopień jego cywilizacji.

Ale dlaczego człowiek potrafi korzystać z doświadczenia, które stanowi dźwignię jego kultury, zwierzę zaś nie jest do takiego rozwoju zdolne? Umysł ludzki ma wyższą, niż zwierzęta, zdolność porównywania faktów i wyprowadzania stąd wniosków, czyli umie rozumować, i dlatego tworzy wiedzę, tworzy naukę, której właśnie tę korzyść, ten rozwój kultury zawdzięczamy. Nauka stworzyła z nas to, czem jesteśmy. W miarę, jak umysł ludzki poznawał coraz lepiej otoczenie, od którego zależał, — coraz lepiej uczył się wyzyskiwać je na swoją korzyść, coraz lepiej poznawał sposoby korzystania ze zjawisk przyrody, a zarazem coraz lepiej rozumiał korzyść ze wspólnej pracy wielu ludzi dla osiągnięcia swych celów.

Człowiek łączy się w społeczeństwa, poczyną pracować i myśleć nie tylko o sobie; poczynają znikać wstrętne obyczaje (np. ludożerstwo), napadanie jednych plemion na drugie w celu zupełnego zgładzenia ich, powstają narody i państwa, stanowiące zjednoczenia ludzi, złączonych dla wspólnego dobra. Czemu starożytni Grecy zawdzięczali całą swoją wyższość nad pierwotnymi ludami, całą swoją kulturę i cywilizację? — Oto kwitnącej wśród nich nauce i sztuce! — A gdy ludzie, choćby czasowo, zaniedbują te dwa ważne czynniki rozwoju i doskonalenia się, jak to się stało np. w wiekach śred-



nich, — wnet nastaje upadek moralności, powracają do krwawych, morderczych walk, poczynają powracać do stanu dzikości, zapominają o pięknej zasadzie miłości bliźniego.

W nowszych czasach poczęła nauka i sztuka znowu rozwijać się, a wraz z nią poczęło znikać bezpowrotnie niewolnictwo, rozbójnictwo (często dawniej przez całe wsie i miasta uprawiane, nieraz za przykładem panów feudalnych), słabną dzikie akty zemsty, nieludzkie kary, męczenie ludzi, tortury, znikają zabobony i przesady. Społeczeństwa poczynają doskonalić się moralnie, bogacić materialnie, bezpieczeństwo osobiste człowieka staje się pewniejsze, zależność od sił przyrody zmniejsza się.

Jesteśmy jeszcze dalecy od doskonałości, musimy dalej kształcić umysł i serce, ale o ileż my już dziś stoimy wyżej, niż choćby przed wiekiem! Nie znikły wojny, ale nawet wśród zażartej bitwy niesiemy pomoc rannym, swoim jak i nieprzyjacielskim. Nie znikła nędza wśród ludzi, ale ileż powstaje coraz nowych zakładów dobroczynnych, niosących jej ulgę. Nie znikli źli ludzie, ale coraz bardziej znika dawniejsza bezkarność, dziś zło musi się kryć, przybierać pozory czynności dobrych. Nie znikła nienawiść między rasami, narodami i klasami ludzi, ale jakże ona łagodnieje, w miarę bliższego poznania się z sobą, które zawdzięczamy oświeceniu umysłów i rozwojowi środków komunikacji. Nie znikły choroby wśród ludzi, ale ileż już mamy dziś środków unikania ich, łagodzenia lub zwalczania, jak dbamy o to, aby te środki stały się dostępne dla wszystkich ludzi, choćby najbiedniejszych, ile zakładamy wciąż szpitali, kolonij letnich, uzdrowisk, towarzystw doraźnej pomocy, towarzystw higienicznych, zakładów dezynfekcyjnych, i t. p., które przy dawniejszym stanie naszej wiedzy były niemożliwe. Nie znikły klęski pożarów, powodzi, gradobicia, ale o ile one już dziś, dzięki naszym staraniom, stały się mniej groźne.

Środków do tego wszystkiego dostarcza nam nauka, a w miarę jak ona się doskonali, ulepszają się wciąż i te wszystkie sposoby niesienia pomocy bliźnim.

Lecz najważniejsze znaczenie nauki polega nie tyle na dostarczeniu nam tych środków, ile na pobudzaniu nas do ich stosowania, na zmuszaniu nas do tego, abyśmy coraz więcej myśleli o potrzebach innych ludzi, czyli na podnoszeniu naszej moralności.

Często słyszeć można, jakoby nasz wiek był mniej moralnym od dawniejszych, ale to nieprawda. My dziś tylko ży-

wiej odczuwamy wszelkie zło i wszelką niesprawiedliwość, jesteśmy na nie bardziej wrażliwi, bardziej nas one oburzają, ściślej je kontrolujemy, co właśnie dowodzi, że jesteśmy moralniejsi. Jakżeż to, co ma na celu dobro, może być złem?

Dwa są tylko warunki, od których dobro i szczęście całej ludzkości zależą: **miłość bliźniego i praca**. Aby doskonalić się w miłości bliźniego, należy kształcić uczucie, charakter i wolę; aby pracować z pożytkiem dla innych i dla siebie, należy kształcić umysł, **należy się — uczyć**.

Uczmy się więc ciągle i oświecajmy wszystkich, abyśmy i sami stąd korzyść mieli i abyśmy jak najwięcej pożytku wszystkim przynieśli.



148983/1





## SPIS ROZDZIAŁÓW.

|                                                                                                                                                                                                                          | Str. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Do uczących . . . . .                                                                                                                                                                                                    | 3    |
| Wykład I. Cel wykładu. Co to jest świat. Co nazywamy ciałem. Własności ciał. Barwy główne i ich odcienie . . . . .                                                                                                       | 11   |
| Wykład II. Układ barw w tęczy, w pryzmatach szklanych i t. p. Widmo słoneczne. Daltonizm. Potrzeba nabywania wprawy w rozpoznawaniu barw. Ćwiczenia . . . . .                                                            | 15   |
| Wykład III. Barwa pomarańczowa, zielona i fioletowa są barwami mieszanymi. Dowody zapomocą porównań i doświadczeń. Trzy barwy zasadnicze . . . . .                                                                       | 19   |
| Wykład IV. Trójkąt barw. Barwa biała i czarna. Barwy dopełniające. Marmur, jego barwy i zastosowanie. Dlaczego żółta kreda źle pisze. Ciała jednorodne i różnorodne . . . . .                                            | 22   |
| Wykład V. Odlam minerału. Polysk i jego stopnie. Stopnie przezroczystości. Szpat islandzki i podwójne załamanie światła. Barwa, polysk, przezroczystość i wymiary ciała nie wystarczają do określenia minerału . . . . . | 27   |
| Wykład VI. Kształt ciał. Trójkąt, czworokąt, kwadrat, wielokąty . . . . .                                                                                                                                                | 30   |
| Wykład VII. Sześciąt, pryzmat, piramida. Kryształ, kryształ górski . . . . .                                                                                                                                             | 34   |
| Wykład VIII. Kula, walec, stożek; formy złożone; porównanie form . . . . .                                                                                                                                               | 38   |
| Wykład IX. Dlaczego kreda, węgiel, ołówek i t. p. ciała mogą służyć do pisania. Twardość i przyleganie. Skala twardości . . . . .                                                                                        | 41   |
| Wykład X. Ciężar ciał. Ciężenie. Waga. Wążenie i obliczanie ciężaru. Ciężar właściwy. Pływanie ciał . . . . .                                                                                                            | 48   |
| Wykład XI. Smak; zapach; dźwięk. Czułość naszych zmysłów. Temperatura. Termometr. Rozszerzalność ciał . . . . .                                                                                                          | 55   |
| Wykład XII. Kruchłość, giętkość i plastyczność ciał . . . . .                                                                                                                                                            | 63   |
| Wykład XIII. Sól kuchenna; rozpuszczalność ciał, roztwór nasycony, cedzenie roztworu . . . . .                                                                                                                           | 66   |
| Wykład XIV. Rozpuszczalność w wodzie zimnej i gorącej. Ciekawa własność białka. Parowanie roztworu. Krystalizacja. Rozpuszczalność ciał w różnych płynach. Guma arabska . . . . .                                        | 69   |
| Wykład XV. Palność ciał. Przewodnictwo ciepła. Jaką korzyść mamy z poznania dobrych i złych przewodników ciepła . . . . .                                                                                                | 73   |
| Wykład XVI. Topliwość. Kowalność. Trzy stany ciał . . . . .                                                                                                                                                              | 76   |
| Wykład XVII. Destylacja wody. Chmury, deszcz, śnieg, grad. Przeprowadzenie cieczy w ciało stałe . . . . .                                                                                                                | 79   |



**Wykład XVIII.** Wewnętrzny wygląd ciał. Brukowiec. Okraglaki. Dłaczego brukują ulice. Co widzimy w brukowcu. Granit, jego skład i gatunki. Zastosowanie granitu. Gnejs.

**Wykład XIX.** Sienit, porfir. Żwir. Kware, kryształ górski, rauchtopaz, ametyst, albit, agat, opal, krzemień. Szpat polny. Mika. Amfibol, azbest.

**Wykład XX.** Przyrządy. Szkła powiększające. Lupa, mikroskop; życie w kropli wody.

**Wykład XXI.** Kreda pod mikroskopem. Korzenionózki. Jak się tworzą pokłady kredy.

**Wykład XXII.** Mech, jego rozmnażanie. Jak się tworzy torf, węgiel brunatny, węgiel kamienny, antracyt. Dawniejsze paprocie, skrzypy i widlaki.

**Wykład XXIII.** Sucha destylacja węgla kamiennego i drzewa. Otrzymywanie koksu, smoły, octu, asfaltu, kreozotu, farb aniliny, gazu i gazu oświetlającego. Łatwe i szybkie wytworzenie gazu oświetlającego. Jak się utworzył asfalt, bursztyn, nafta. Gdzie znajdujemy te ciała i jaki z nich mamy użytek. Skąd mamy benzynę, wazelinę, parafinę, oleje mineralne, wosk ziemny (ozokieryt), cerezynę.

**Wykład XXIV.** Jak są rozmieszczone ciała na ziemi. Sól kuchenna, jej własności, użytek i rozmieszczenie. Pokłady, kopalnie. Opis Wieliczki. Wydobywanie soli morskiej. Solanki, tężnie, warzonka.

**Wykład XXV.** Kopalnie węgla kamiennego, marmuru. Rysowanie map geologicznych. Nasze rzeźby i pomniki marmurowe.

**Wykład XXVI.** Kopalnie kredy. Skąd się kreda wzięła na powierzchni ziemi. Podnoszenie się dna morskiego. Wulkany, trzęsienia ziemi, źródła gorące, temperatura wnętrza ziemi. Ziemia i księżyc były niegdyś rozpalone tak, jak obecnie słońce. Nasz kraj był dnem morskiem.

**Wykład XXVII.** Rozkład kredy. Jak się robi szkło. Mieszanina i związek chemiczny.

**Wykład XXVIII.** Wapniaki: kamień litograficzny, wapien. Wydzielanie kwasu węglowego. Gips, alabaster, kalcyt, fosforyt.

**Wykład XXIX.** Wapno niegaszone. Lasowanie wapna. Wapno gaszone. Cement. Mleko wapienne. Woda wapienna. Kwas węglowy; oddychanie. Gnicie; fermentacja; drożdże; napoje musujące; chleb. Utworzenie kredy z wapna i kwasu węglowego. Dlaczego cement na powietrzu twardnieje. Węglan wapnia.

**Wykład XXX.** Gлина, jej własności. W jaki sposób glina powstaje. Kaolin, fajans, glina garncarska, ogniotrwała, foluszowa, łupek szfrowy, ochra, bol, lubryka.

**Wykład XXXI.** Jak się wyrabia cegła, garnki i inne wyroby gliniane. Polewa. Jak się tworzy piasek; grunty piaszczyste.

**Wykład XXXII.** Użytek z piasku. Huty szklanne; wyroby szklanne. Szkła powiększające. Własności szkła, jego użytek i gatunki (szkło kryształowe, emalia, szkła barwne i t. d.). Piaskowiec, opoka; ich zastosowanie. Pomniki i budowle z piaskowca.

**Wykład XXXIII.** Próchnica. Czarnoziem. Rodzaje gruntów. Oznaczenie ilości próchnicy w ziemi. Palenie się ciał, gnicie i oddychanie.

**Wykład XXXIV.** Dalsze porównanie palenia, gnicia i oddycha-

Str.

82

86

89

92

95

99

102

108

110

114

117

119

124

127

130

137

Str.

nia. Czem się karmią rośliny. Co się w roślinach tworzy. Wszystkie nasze pokarmy pochodzą z roślin. Rozkład mąki na białko, krochmal, gumę i cukier.

**Wykład XXXV.** żelazo. Rudy żelazne. Huty; piece wielkie. Surowiec, żelazo kute, stal. Znaczenie żelaza, jego własności. Metale.

**Wykład XXXVI.** Metale rodzime. Platyna, złoto, srebro. Próba złota i srebra. Miedź, malachit, grynspan, pobiała. Aljaże. Nikiel. Ołów, cynk, cyna, galman. Rteć, amalgamat.

**Wykład XXXVII.** Podział ciał na naturalne i sztuczne. Ciała sztuczne są to tylko zmienione ciała naturalne. Podział ciał naturalnych na żywe i martwe. Podział ciał żywych na zwierzęta i rośliny.

**Wykład XXXVIII.** Co to jest organ. Ciała organiczne i nieorganiczne. Wzrost ciał żywych. Nauki przyrodnicze.

**Wykład XXXIX.** Trzy królestwa przyrody. Człowiek i budowa jego ciała. Zwierzęta kręgowie i bezkręgowie. Podział kręgowych.

**Wykład XL.** Podział bezkręgowych. Jakie znaczenie ma klasyfikacja zwierząt. Jak należy zwierzęta opisywać.

**Wykład XLI.** Roślina, jej organa i sposób jej życia. Rośliny nagonasiennne i okrytonasiennne, kwiatowe i bezkwiatowe.

**Wykład XLII.** Rośliny bezkwiatowe. Ogólna systematyka roślin i jej znaczenie.

**Wykład XLIII.** Podobieństwa i różnice pomiędzy minerałami. Klasyfikacja minerałów. Do czego służyć może takie ugrupowanie ciał.

**Wykład XLIV.** Jak należy na podstawie wszystkiego, co dotąd poznaliśmy, badać i opisywać ciała.

**Wykład XLV.** Dokładne określenie i opisanie kredy na podstawie wszystkich dotychczas nabytych wiadomości, w porównaniu z określeniem kredy, podanem przez uczniów na pierwszej lekcji.

**Wykład XLVI.** Ciała dotychczas poznane składają całą ziemię. Kształt ziemi, jej wymiary, jej ruch wirowy. Dlaczego mamy ciągle naprzemian dzień i noc. Dlaczego ziemia jest u biegunów spłaszczona. Łatwe doświadczenia.

**Wykład XLVII.** Ruch postępowy ziemi dookoła słońca. Jaką była ziemia niegdyś i jakie były na niej ciała. Kiedy mogła powstać na niej kreda, woda i t. d. W jakich stanach widzimy obecnie wodę na ziemi.

**Wykład XLVIII.** Lód, jego własności i ważne ich znaczenie. Lód jako siła niszcząca. Kamienie narzutowe.

**Wykład XLIX.** Woda w stanie płynnym, jej własności i jej rodzaje. Cedzenie. Filtry miejskie w Warszawie.

**Wykład L.** Rzeki. Krażenie wody na ziemi. Woda jako siła przekształcająca powierzchnię ziemi. Utwory ogniowe i wodne. Ich układ.

**Wykład LI.** Woda w naczyniach złączonych. Wydotryski. Wydotrysk w ogrodzie Saskim w Warszawie. Wodociąg warszawski; wieża ciśnieni. Ważne znaczenie wody dla ludzi, zwierząt i roślin.

**Wykład LII.** Siła pary. Jakim sposobem może para poruszać koła maszyn i wykonywać pracę. Dawniejsze i dzisiejsze maszyny parowe. Wodokaz. Lokomotywa. Koleje żelazne w Królestwie.

137

142

147

150

152

156

161

165

168

170

174

177

178

182

184

187

191

195

199



|                                                                                                                                                                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Wykład LIII.</b> Powietrze. Dlaczego powietrze nazywamy ciałem. Łatwe doświadczenie. Kiesony i dzwony nurkowe. Ciężar powietrza. Barometr. Ciśnienie atmosferyczne                                                                | 204 |
| <b>Wykład LIV.</b> Prądy ogrzanego powietrza w lampie, w piecu i t. d. Budowa pieców. Prądy powietrza w pokoju. Wiatry. Pasaty, wichry, trąby powietrzne i t. d. Znaczenie powietrza dla człowieka                                   | 210 |
| <b>Wykład LV.</b> Ciała niebieskie poza kulą ziemską. Księżyc, jego wymiary, odległość, kształt; potrójny ruch księżyca. Powierzchnia księżyca; dawniejszy jego stan. Dlaczego musi księżyc krążyć dookoła ziemi                     | 215 |
| <b>Wykład LVI.</b> Planety, ich kształt, odległość, ruch. Księżyce. Słońce. Gwiazdy stałe. Podobieństwo wszystkich ciał niebieskich. W jaki sposób mogły powstać planety i księżyce. Do czego prowadzi badania naukowe               | 220 |
| <b>Wykład LVII.</b> Z czego się składa świat cały. Materja. Ciało. Zjawisko                                                                                                                                                          | 228 |
| <b>Wykład LVIII.</b> Dwa rodzaje zjawisk: zjawiska fizyczne i chemiczne. Zjawiska chemiczne sprowadzają się do rozkładu jednego ciała na kilka lub do złączenia kilku ciał w jedno nowe. Energia                                     | 231 |
| <b>Wykład LIX.</b> Nauki przyrodnicze i ich podział. Powtórzenie kursu                                                                                                                                                               | 235 |
| <b>Wykład LX.</b> Metody naukowe. Pożytki z minerałów, roślin i zwierząt. Pozytek z badania zjawisk. Jaką korzyść mamy z nauki. Cywilizacja; kultura; wiedza; moralność i jej zależność od postępów wiedzy. Miłość bliźniego i praca | 238 |