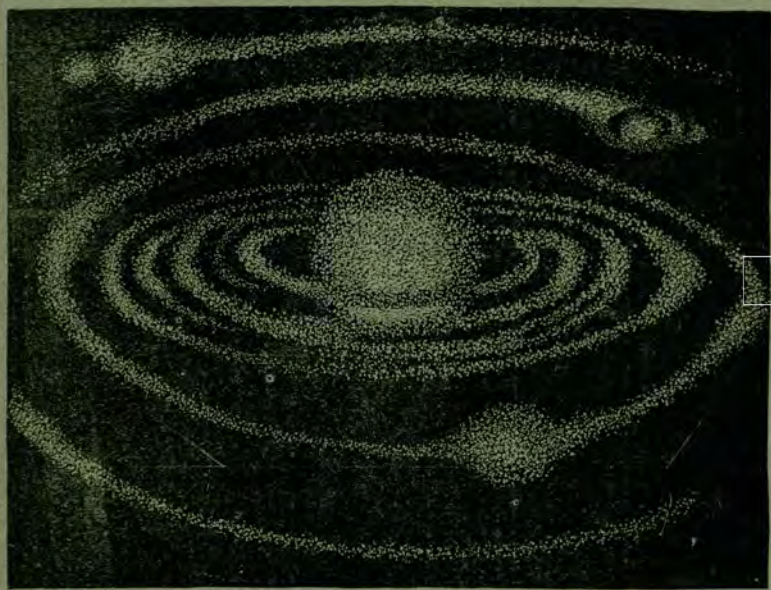


Ż. Chmielewski

WIADOMOŚCI Z PRZYRODY

GZŁOWIEK, ZWIERZĘTA, ROŚLINY, ZIEMIA



Książka objaśniona 168 rysunkami

Na kłładem M. ARCTA w Warszawie

1908

K. 659

H 3438

PAŃSTWOWE
MUZEUM ZOOLOGICZNE

BIBLIOTEKA

Inw. Nr. K.659.

WIADOMOŚCI Z PRZYRODY

DRUKIEM MICHAŁA ARCTA W WARSZAWIE, ORDYNACKA 3.

WIADOMOŚCI Z PRZYRODY

CZŁOWIEK, ZWIERZĘTA, ROŚLINY, ZIEMIA

Książka objaśniona 168 rysunkami

SKREŚLIŁ

Z. Chmielewski



Nakładem M. ARCTA w Warszawie

1907

Biblioteka Muzeum i Inst. Zoologii PAN

K. 659



1000000000161

<http://rcin.org.pl>

Do czytelnika.

Jedną z cech charakteryzujących człowieka jest w wysokim stopniu rozwinięta ciekawość. Małe dziecię nawet zamęcza swe otoczenie potokiem pytań: co to jest? dlaczego tak jest? po co to jest? pytań, które mu nasuwa nieomal każdy przedmiot widziany. Przed człowiekiem, w miarę jego rozwoju, otwiera się coraz to szerszy horyzont zjawisk, które pragnie przeniknąć i zrozumieć. Inteligencję człowieka można w ten sposób określić, że jest to jego kąt patrzenia na świat; kąt ten jest tym szerszy, inteligencja człowieka jest tym większa, im większą ilością zjawisk na świecie potrafił on się zainteresować a następnie poznać ich istotę, przyczyny, łączność z innymi oraz skutki.

Świat przyrody z całym swym bajecznym pięknem i bogactwem przed każdym z nas stoi otworem; każdy z nas musi go podziwiać, każdy z nas też pragnie rozumieć zjawiska, które nasuwają mu się przed oczy.

Książeczka niniejsza ma na celu ułatwić Ci, czytelniku, poznanie niektórych ważniejszych zjawisk przyrody, które bądź to już miałeś przed oczyma, bądź zwrócą na siebie Twą uwagę.

Książeczka ta nie zmierza bynajmniej do tego, by w Twą głowę wtłoczyć żelazną plecionkę praw rządzących w przyrodzie, gdyż nie chce jej ciężarem i chłodem przygniatać Twej młodocianej rozpalonej głowy. Całokształt praw złoży Ci się powoli w miarę dalszych Twych studjów.

Tutaj przesunie się przed Tobą szereg rzeczy i zjawisk, które powinny skupić Twą ciekawość, ocierasz się bowiem o nie prawie ciągle. W zestawieniu będzie uwidoczniła ich łączność, z łączności same przez się będą wysnuwać się prawa.

Jedną nić przewodnią staraj się tutaj spostrzec, mianowicie obrazowanie i przedstawienie, w czym przejawia się życie w przyrodzie.

A U T O R.

CZŁOWIEK.

Często mówimy o naszym życiu i nieraz zapewne zastanawiamy się nad pytaniem, co to jest życie? Pytanie to bynajmniej niełatwe i nie odrazu można dać na nie odpowiedź. Trzeba się dokładnie rozejrzeć, w czym przejawia się to nasze życie i czym różni się ono od życia roślin i zwierząt, a wtedy będziemy mogli określić, czym jest życie naogół, a czym w szczególności życie nas—ludzi.

Przejawy życia ludzkiego.

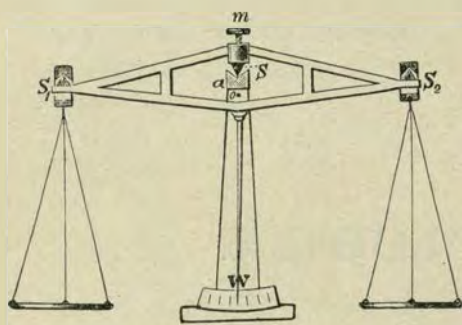
W czym zatem przejawia się życie ludzkie? Odpowiedź sama się nasuwa. Życie ludzkie przejawia się: 1) oddychaniem, 2) przyjmowaniem pokarmów jakoteż ich trawieniem, 3) zdolnością ruchu i 4) zdolnością czucia.

I. Oddychanie.

Co to jest powietrze?

Oddychamy powietrzem. Jakkolwiek nie widzimy go, nikt z nas nie będzie twierdzić, że jest ono wymysłem jedynie ludzkiej wyobraźni. O jego obecności przekonywują nas wiatry, to łagodne, to znów w wichry przechodzące, przekonywa nas, ciągle przez nas odczuwany stan jego rozmaity: to zimno, to znów gorąco, to susza, to wilgoć.

Powietrze jest ciałem ważkim. Następujące doświadczenie łatwo nas przekona, że powietrze nie tylko istnieje, lecz nawet posiada ciężar, jest ciałem ważkim. Weźmy duży balonik gumowy, zważmy go na dokładnej wadze, przedstawionej



Rys. 1.

na rys. 1, najpierw pusty, a potem nadęty; spostrzeżemy, że za drugim razem waga balonika będzie większa, co wyłącznie przypisać należy nadętemu wężowi powietrza. Dokładne podobnie przeprowadzone ważenia wykazały, że 1 litr powietrza waży $1\frac{1}{4}$ grama.

Przekonano się, że im więcej wznosić się w górę (wchodząc na szczyty gór lub wlatując balonem), powietrze staje się coraz bardziej rzadkie, litr jego waży coraz mniej. Balon, który blisko ponad ziemią wznosił się dosyć wolno, w miarę oddalania się od ziemi pędzi coraz szybciej i szybciej, a to dlatego,

Powietrze stawia opór. że coraz radsze powietrze stawia mu coraz mniejszy opór. Gdy zanurzymy do wody pusty garnek dnem do góry, spostrzegamy, że woda nie wchodzi do garnka: nie puszcza jej znajdujące się tam powietrze. Powietrze zatem nie tylko ma ciężar, ale stawia opór, a że wszystko, co stawia opór i posiada ciężar, nazywamy **Powietrze jest materją.** ciałem materjalnym lub wprost materją,—powietrze przeto jest również materją.

Wiemy, że gdy dużo osób siedzi długo w małym pokoju, staje się duszno. Co się stało z powietrzem, co się w nim zmieniło? Odpowiedź na to pytanie znajdziemy poniżej, a teraz zatrzymajmy się przy naszym własnym spostrzeżeniu, że **Powietrze jest mieszaniną tleny i azoty.** powietrze może się zmieniać, a zatem nie jest materją zawsze jednakową. Rzeczywiście powietrze jest mieszaniną gazów, która w pewnych warunkach może się zmieniać. Stwierdzono, że powietrze przedewszyst-

kim składa się z dwóch gazów: tlenu i azotu, o czym łatwo możemy się przekonać, robiąc następujące doświadczenie (rys. 2).

Na środku głębokiego talerza przylepiamy małą świeczkę, nalewamy na talerz wody, zapalamy świeczkę i przykrywamy szybko szklanką, zanurzając szklankę trochę do wody. Oddzieliliśmy szklanką pewną ilość powietrza. Spostrzegamy, że świeca przez chwilę się pali, wkrótce zaczyna migotać i wreszcie gaśnie; jednocześnie zaś woda wchodzi do szklanki, aż wreszcie wypełnia jej część piątą. Część więc powietrza, co do swej objętości, równa się objętości wody, która weszła do klosza, która znikła, została zużyta na palenie się świecy. Ponieważ jednak nie cała świeca się spaliła, a zatem część powietrza, pozostała w szklance, widocznie nie pomagała w spaleniu się świecy.



Rys. 2.

W powietrzu zatem są dwa gazy: jeden podtrzymuje palenie się świecy, drugi nie. Pierwszy nazywamy tlenem, drugi azotem. Ścisłe obliczenia wykazały, że przeciętnie w 100-tu litrach powietrza jest prawie 21 litrów tlenu i 79 litrów azotu, a w 1 kilogramie powietrza jest 230 gramów tlenu i 770 gramów azotu. Tlen jest cokolwiek cięższy niż azot.

Tlen i azot są ciałami prostymi.

Przez pewien czas wątpiono, czyby nie udało się tlenu i azotu rozłożyć na składniki; po długich jednak i mozolnych próbach przekonano się, że tlen i azot są ciałami nie złożonemi lecz prostymi, że nie można w nich poszczególnie wykazać istnienia ciał bardziej prostych; nazwano też je pierwiastkami — jakby pierwotną

Pierwiastki. materją innych ciał. Pierwiastki zatem są to ciała, których nie można rozłożyć na ciała bardziej proste. Pewną jednak ilość danego pierwiastku możemy dzielić na drobne cząstki; np. kawałek węgla, który także jest pierwiastkiem, możemy rozłupać na drobne kawałeczki, każdy z kawałeczków rozkruszyć na drobnutki proszek węgl-

wy, lecz każdy z tych kawałeczków, każde ziarnko proszku węglowego zawsze pozostanie węglem, zawsze będzie tym samym pierwiastkiem.

Określenie atomu. Wyobraźmy sobie, że istnieje koniec możliwości takiego dzielenia pewnego ciała—pierwiastka na coraz to drobniejsze części. Otóż tej najdrobniejszej cząstce pierwiastka, której na drobniejsze podzielić już nie można, dano nazwę atomu.

Pierwiastki w stanie wolnym. Połączenie chemiczne i mieszanina mechaniczna. Znamy około 70-u pierwiastków; wiele z nich jest znanych w naszym życiu codziennym jakoto: węgiel, żelazo, siarka, fosfor, srebro, złoto, miedź, ołów, cynk i t. d. Niektóre z tych ciał znamy w stanie wolnym: kopalnie dostarczają nam wielkie ilości węgla, siarki; możemy też w górach lub w piaskach rzecznych w pewnych miejscowościach znaleźć złoto, srebro, drobne kawałki miedzi. Daleko częściej jednak spotykamy je w stanie tak zwanej mieszaniny mechanicznej, albo też połączenia chemicznego.

Gdy zmielimy bardzo drobno opiłki żelazne i siarkę, otrzymamy mieszaninę mechaniczną; żelazo i siarka nie zespolą się ze sobą tak ściśle, by nie można było w sposób łatwy je oddzielić: już przez szkło powiększające jesteśmy w stanie w tej mieszaninie odróżnić ziarnka żelaza od proszku siarki; działaniem silnego prądu wody możemy wypłukać lżejszą siarkę z pomiędzy cięższego żelaza; za pomocą magnesu, który przyciąga żelazo, możemy żelazo odłączyć od siarki, na którą magnes nie działa. Gdy jednak tę mieszaninę silnie rozgrzejemy, otrzymamy czarne ciało, posiadające własności zupełnie odmienne: oczom naszym uzbrojonym w najlepsze szkła powiększające będzie się ono przedstawiać jako ciało jednolite; ani za pomocą prądu wody nie zdołamy wydzielić siarki, ani też za pomocą magnesu nie wyciągniemy żelaza. Otrzymaliśmy zatem zupełnie nowe ciało, które w odróżnieniu od poprzedniej mieszaniny mechanicznej nazywamy połączeniem chemicznym. Mieszaniną jest powietrze, z którego łatwo możemy wydzielić azot lub tlen. Połączeniem chemicznym jest np. rdza na żelazie, która się tworzy przez połączenie żelaza z tlenem i stanowi brunatny proszek, zupełnie odmienny od twardego żelaza.

Określenie drobin. Podobnie, jak atomem nazywamy najmniejszą cząstkę pierwiastku, tak najmniejszą cząstkę każdego połączenia chemicznego nazywamy drobiną.

Poznamy jeszcze bardzo wiele połączeń chemicznych, gdyż zapoznając się z przyrodą, będziemy spotykać połączenia chemiczne na każdym kroku, będziemy je odkrywać we wszystkich nam znanych przedmiotach.

Własności tlenu i azotu. Przekonałiśmy się, że powietrze stanowi mieszaninę dwóch gazów: tlenu i azotu. Gazy te nie posiadają ani smaku, ani barwy, ani zapachu.

Tlen podtrzymuje spalanie. Zastanówmy się teraz, jaką rolę tlen i azot odgrywają w naturze. Powyżej doświadczyliśmy, że azot nie podtrzymuje palenia się świecy, że świeca pali się tylko dopóty, dopóki w powietrzu jest jeszcze tlen, i że tlen znika w miarę spalania się świecy, czyli palna materja świecy, paląc się, łączy się z tlenem i tworzy połączenie chemiczne (kwas węglowy). Takie samo doświadczenie jak ze świecą, możemy wykonać z siarką, węglem, fosforem, drzewem, torfem, naftą i wogóle ze wszystkimi ciałami palnymi. Dowodzi to nam, że tlen wogóle podtrzymuje spalanie się. Dlatego też spalaniem się nazywamy chemiczne łączenie się pewnego ciała palnego z tlenem.

Tlen jest niezbędny dla oddychania. Podobnie jak żadna rzecz palna nie może się spalić, gdy niema tlenu, tak również oddychanie nie może mieć miejsca, gdy brak tlenu. Wsadźmy jakiegokolwiek zwierzątko np. mysz pod klosz, szczelnie przylegający do stołu. Zauważymy, że zacznie ona po pewnym czasie objawiać coraz większy niepokój, nareszcie upadnie, oddech jej stanie się coraz cięższy, i mysz zginęłaby niechybnie, gdybyśmy przez zdjęcie klosza nie dopuścili świeżego powietrza. Wsadźmy teraz do zdjętego klosza palącą się zapałkę, zgaśnie ona zaraz: w kloszu zatym pozostał azot, a tlen został zużyty przez oddech stworzenia żyjącego.

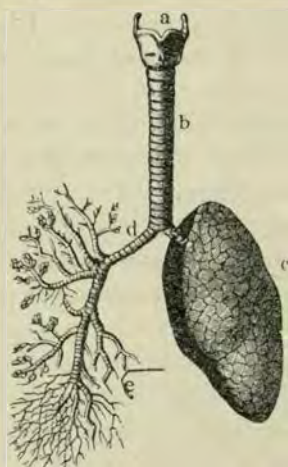
Co się dzieje z tlenem wchodzącym do naszego organizmu? Gdy wiemy już, że tlen jest niezbędny dla naszego oddychania, zastanówmy się, co się dzieje z tlenem, wchodzącym do naszego organizmu. Przyjrzyjmy się więc przedewszystkim tej części naszego ciała, do której wchodzi powietrze wdychane.

Narząd oddychania.

W środku i wzdłuż naszej szyi (rys. 3) mieści się rura, złożona z mocnych chrząstkowych obręczek; zaczyna się ona w tyle gardła i ma połączenie z płucami. Przez tę rurę (a, b), noszącą nazwę tchawicy, powietrze z jamy ustnej przechodzi do płuc. Górna część tchawicy, grubsza

Krtań, głos. i szersza wystaje na przodzie, tworząc tak zwaną grdykę czyli krtań. Dalej w krtani mieszczą się dwie cienkie błonki, ustawione w poprzek rury, tak, że się ledwo stykają brzegami. Przy wydechu, powietrze porusza te błonki, zwane strunami głosowymi, i one drgają, a z drgania tego powstaje głos. Nasza krtań zatem jest poniekąd podobna do trąbki blaszanej; w trąbce bowiem tak samo znajdują się cieniutkie blaszki, zazwyczaj ułożone w poprzek, i blaszki te wydają dźwięk, gdy dmuchaniem wpędzamy w trąbkę powietrze.

Pęcherzyki płucne. Poniżej krtani tchawica zwęża się i dzieli na dwie gałęzie, tak zwane oskrzela (d), które znów dalej rozdzielają się na coraz to drobniejsze gałązki, zakończone mnóstwem drobnutkich pęcherzyków (e).



Rys. 3.

te razem, tworzą płuca (c): prawe i lewe, które z dwóch stron otaczają serce. Każdy z pęcherzyków płucnych ma ściankę niezmiernie delikatną; na ściance tej znów mieści się cieniutka siateczka żyłek, w których bezustannie krąży krew. Krew zatem, krążąca w płucach, jest otoczona ze wszystkich stron powietrzem, wchłoniętym do pęcherzyków płucnych, a powietrze, zawarte w pęcherzykach, jest otoczone ze wszystkich stron krwią krążącą. Ścianka pęcherzyków płucnych jest

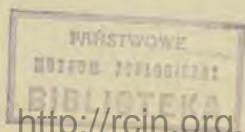
tak delikatna, że bynajmniej nie przeszkadza działaniu powietrza na krew. Działanie to przejawia się w ten sposób, że tlen powietrza przechodzi do krwi. Krew od płuc płynie do

serca, obiega całe nasze ciało i wraca znów do płuc. O tym krążeniu krwi pomówimy jeszcze poniżej. Tutaj zaznaczymy tylko, że najważniejszą rolą krążenia krwi jest roznoszenie po całym naszym ciele soków pożywnych, dostarczanych przez trawienie; powiedzmy też, że większość tych soków pożywnych są to połączenia chemiczne, których główną zawartość stanowi węgiel.

Działanie tlenu we krwi. Kwas węglowy. Tlen, który przeszedł z pęcherzyków płucnych do krwi, działa na niektóre soki pożywne w ten sposób, że spala prawie cały ich węgiel. Jak przy każdym spalaniu się, tak i tutaj powstaje kwas węglowy. Krew zatem, która, okrążywszy ciało, wróciła do pęcherzyków płucnych, pozbyła się tlenu, a zawiera w sobie równą objętość kwasu węglowego. Kwas węglowy przenika z krwi do pęcherzyków płucnych i przy wydychaniu zostaje z płuc wydalony. Nic łatwiejszego, jak przekonać się o obecności kwasu węglowego w powietrzu wydychanym. Weźmy do szklanki trochę przejrzystej wody wapiennej i dmuchajmy w nią przez rurkę; woda stanie się mętną, białawą, jakby kto nasypał w nią kredy. Bo też rzeczywiście będzie w wodzie osadzać się kreda; wapno, rozpuszczone poprzednio w wodzie, połączyło się z kwasem węglowym, przez nas wydychanym, i utworzył się węgiel wapna.

Jak widzimy zatem, cel oddychania jest podwójny: 1) dostarczanie tlenu do krwi i 2) usunięcie z krwi kwasu węglowego.

Własności kwasu węglowego. Kwas węglowy jest gazem, jak tlen i azot, jednakże gdy te są pierwiastkami, kwas węglowy jest połączeniem chemicznym: powstaje on przez spalanie się węgla t. j. połączenie się węgla z tlenem. Kwas węglowy jest ciałem zupełnie odmiennym od węgla i tlenu: w niczym nie jest podobnym do węgla, bo jest gazem bezbarwnym, gdy węgiel jest ciałem stałym; do tlenu jest on o tyle podobny, że jest również gazem, lecz ciała palne nie tylko w nim palić się nie mogą, lecz nawet zapalone gasną, a zwierzęta się duszą. W małym pokoju, gdy dużo osób długo siedzi, staje się duszno przez nadmiar kwasu węglowego. Mamy więc odpowiedź na pytanie, umieszczone na str. 2. Kwas węglowy posiada dalej jeszcze tę własność, że rozpuszcza się dość łatwo w wodzie, nada-



jąc jej orzeźwiający smak kwaskowy i że jest mocno pochłaniany przez wapno gaszone. Gaz, znajdujący się w piwie, w musujących wodach sztucznych (woda sodowa) i w tak zwanych wodach mineralnych lub szczawach, jak w wodzie krynickiej, żegiestowskiej, szczawnickiej i t. p.,—wszystko to jest kwas węglowy taki sam, jak ten, który wydychamy z siebie, jak ten, który naogół tworzy się przy spalaniu się węgla przez chemiczne jego połączenie z tlenem.

Węgiel. Z tlenem zapoznaliśmy się już bliżej; pozostaje nam więc powiedzieć parę słów o węglu. Węgiel jest to jeden z nielicznych pierwiastków, istniejących w naturze w stanie wolnym i łatwo dostępnych dla ludzkiego oka. Dziwnym jednak może komuś wydać się, gdy powiemy, że z czystym węglem mamy bardzo rzadko do czynienia. A jednak tak jest rzeczywiście: węgiel drzewny i węgiel kamienny zawierają jeszcze wiele ciał zanieczyszczających je. Prawdziwie czystym węglem jest djament (z którego przez oszlifowanie otrzymuje się brylant) i niektóre dobre gatunki grafitu (ciemno-szarego kamienia, używanego do wyrobu ołówków, do pokrywania dachów i t. p.);—czysty węgiel mamy też w kopciu lamp naftowych, używanym do przygotowania dobrej czarnej farby. Pierwiastek węgiel w połączeniu z innymi pierwiastkami, szczególnie z tlenem, wodorem i azotem, stanowi znaczną część ciała lub, jak mówimy, organizmu ludzkiego, zwierzęcego i roślinnego. Węgiel dalej znajduje się w torfie, smole, nafcie i wreszcie w bardzo wielu kamieniach, w tych ostatnich pod postacią soli, które nazywamy węglanami (np. kreda jest węglanem wapniowym, soda jest węglanem sodowym, potaż węglanem potasowym i t. p.).

Oznaczenie skrótowe pierwiastków i połączeń chemicznych. Wspomnieliśmy, że większość otaczających nas rzeczy można określić jako połączenia chemiczne, jako połączenie paru pierwiastków w jedną zespoloną całość. By ułatwić określanie mową czy w piśmie, z jakich pierwiastków dana rzecz się składa, uczeni umówili się i te pierwiastki oznaczają początkowymi głoskami ich nazw łacińskich: zamiast mówić czy pisać tlen używamy głoski O (Oxygenium), zamiast azot N (Nitrogenium), węgiel C (Carbo) i t. d. Poniżej, ilekroć będziemy mówili o jakimś nowym dla nas pierwiastku, będziemy w nawiasie podawali jego znak.

To, że kwas węglowy jest połączeniem węgla i tlenu, ujmujemy w krótkim wyrazie CO_2 . Przekonano się, że, gdy jeden atom (najdrobniejsza nie-dzielna cząstka) węgla połączy się z dwoma atomami tlenu, powstaje jedna cząsteczka kwasu węglowego, dlatego też przy znaku O stawiamy liczbę 2. Połączenia pierwiastków z tlenem nazywamy tlenkami. Zamiast kwas węglowy, możemy mówić: dwutlenek węgla, co dokładnie odpowiada wyrazowi CO_2 .

Zawartość CO_2 w powietrzu. Mówiliśmy, że dwutlenek węglowy tworzy się przy naszym oddychaniu. Powietrze zatem, przez nas wydychane, zawiera znacznie więcej dwutlenku węglowego, niż powietrze wchłaniane przez nasze płuca. Rzeczywiście też przekonano się, że ilość CO_2 w powietrzu wyszłym z naszych płuc jest 140 razy większa od ilości CO_2 w powietrzu, które wdychamy. Jeśli zwrócimy uwagę, że CO_2 tworzy się nie tylko przy naszym oddychaniu, lecz również przez palenie się ciał palnych (węgla, drzewa, nafty i t. p.), jakoteż przy gniciu wielu ciał, dojdziemy do przekonania, że ciągle zostają wytwarzane ogromne ilości dwutlenku węglowego. Zazwyczaj jednak w powietrzu jest bardzo mało CO_2 , tylko 4 części na 10 tysięcy części powietrza. Co się z nim dzieje, że przeciętna jego zawartość w powietrzu nie wzrasta? Oto, jak to poniżej dokładnie poznamy, dwutlenek węglowy zostaje stale pochłaniany przez rośliny.

Para wodna jest czwartym składnikiem powietrza. Poznaliśmy już trzy składniki powietrza: O, N i CO_2 ; nie są to jeszcze wszystkie. Gdy znajdziemy się w chłodnym pokoju, gdy wyjdziemy na zimne powietrze, spostrzegamy, że przy oddechu z ust naszych wydobywają się kłęby pary. Gdy zbliżymy do ust chłodne szkiełko i chuchniemy, widzimy, że osiada na nim para, wydzielona z naszych płuc, i tworzy kropelki rosy. Spostrzeżenie to wystarcza, by twierdzić, że w powietrzu znajdują się znaczne ilości wody, a dokładniej mówiąc, pary wodnej. Gdy bliżej rozejrzemy się we własnościach wody i w sposobach jej powstawania i przyjmowania rozmaitych postaci, dowiemy się, że para wodna, zawarta w powietrzu, powstaje nie tylko z naszych płuc.

Własności wody. Woda jest bodaj najbardziej znana ze wszystkich powszednich przedmiotów natury. Używamy jej bardzo często, to też posiadamy o niej wiele wiadomości. Wiemy np. że jest przezrystą, że w dotyku sprawia nam uczucie chłodu, gasi pragnienie, rozpuszcza cukier i sól kuchenną i t. p. Wszystko to jednak nie wyczerpuje własności wody. Rozejrzyjmy się przeto w najważniejszych cechach tego tak dla nas drogiego daru natury.

Woda posiada ciężar i stawia opór, jest zatym materją. Gdy napełnimy jakieś naczynie wodą, staje się ono cięższym; woda zatym posiada ciężar. Gdy, kąpiąc się, skaczymy do wody z pewnej wysokości, uczuwamy dosyć mocne uderzenie przy zetknięciu się z jej powierzchnią; woda zatym stawia opór. Widzimy wreszcie na każdym nieomal kroku, że woda zajmuje przestrzeń t. j. posiada objętość. A że wszystko, co posiada objętość i ciężar, jakoteż stawia opór, nazywamy ciałem materjalnym, więc i woda jest materją tak samo, jak i powietrze, z którym powyżej zapoznaliśmy się dokładnie.

Woda jest płynem. Płyny, ciała stałe i gazy. Wodę, w odróżnieniu od ciał stałych i gazów, nazywamy płynem, cieczą. Płyny (woda, nafta, oliwa, spirytus i t. p.) tym się różnią od ciał stałych, że spójność cząsteczek płynów jest znacznie mniejsza, niż spójność cząsteczek ciał twardych (kamienie, żelazo, drzewo). Spójnością nazywamy siłę, z którą cząsteczki ciała trzymają się jedne drugich. Wiemy, że trzeba użyć wiele siły, by kamienie, żelazo, drzewo, a nawet cukier, sól, rozkruszyć na małe kawałeczki, a mało siły trzeba, by odłączyć parę kropelek wody, nafty, oleju od pozostałej reszty. Ponieważ płyny posiadają spójność niewielką, więc też nie mają określonego kształtu, gdyż cząstki ich, nie trzymając się kupy, rozbiegają się po całym naczyniu, i płyn przybiera kształt naczynia, w którym się znajduje. Gdy przechylimy naczynie z wodą, część wody nie znajdująca oparcia w ściankach naczynia, odrywa się z łatwością od reszty i wypływa. Natomiast ciała stałe posiadają zawsze pewien własny kształt określony i stawiają dosyć znaczny opór dzieleniu ich na cząstki. Cząstki gazów nietylko nie posiadają kształtu określonego, jak widzimy to u ciał stałych, nietylko mają spójność mniejszą, niż cząstki płynu,

lecz nawet zdradzają dążność do rozchodzenia się jak najdalej: nie skupiają się, jak czynią to nawet cząstki płynu (cząsteczki wody np. łączą się w krople i te zbiegają się do siebie), lecz owszem, odpychają się nawzajem. Wiemy, że, gdy otworzymy butelkę piwa, kwas węglowy prędko z niego ulatnia się zupełnie, wychodzi z naczynia i rozchodzi się po powietrzu. Tę samą własność posiada każdy gaz. Gdybyśmy zechcieli utrzymać pewną ilość znanych nam gazów: N, O, CO₂, musielibyśmy je przechowywać w naczyniach bardzo szczelnie zamkniętych, gdyż inaczej wkrótce ulotniłyby się zupełnie. Zestawiając zatem własności trzech stanów ciał materialnych, powiadamy: ciała stałe mają objętość i kształt same przez się, choć nie są trzymane w naczyniu; ciała płynne mają objętość, lecz nie mają własnego kształtu; gazy wreszcie nie mają, ani kształtu, ani objętości, jeśli nie są trzymane w naczyniu.

Objaśnienie pojęcia
ciężkości; ciężar
właściwy.

Woda zatem nie jest ani ciałem stałym ani gazem, lecz płynem, cieczą. Wiemy, że gdy do płynu jakiegokolwiek, włożymy korek, czy kawałek drzewa, wypłyną one na powierzchnię, a gdy włożymy gwóźdź żelazny, kamyk, to opadają na dno. Powiadamy, że dzieje się tak dlatego, że korek i drzewo są lżejsze od wody, a gwóźdź i kamień cięższe.

Wyjaśnijmy sobie znaczenie wyrazów: ciężki i lekki. Używamy ich często bardzo nieogłędnie: mówimy np. że piasek, niesiony przez wiatr, jest lekki, natomiast, że kłoda drzewa jest ciężka. Kłoda drzewa jednak pływa po wodzie, a najmniejsze ziarnko piasku idzie na dno. By usunąć niejasność takiego określenia, umówiono się nazywać przedmioty ciężkimi, jeśli pewna ich objętość waży więcej niż taka sama objętość wody, a lekkimi, jeśli pewna objętość ich waży mniej, niż taka sama objętość wody. Ponieważ jeden centymetr sześcienny piasku waży więcej, niż jeden centymetr sześcienny wody, więc piasek właściwie powinniśmy nazywać ciężkim. Ponieważ jeden centymetr sześcienny drzewa waży mniej, niż jeden centymetr sześcienny wody, więc drzewo nazywamy ciałem lekkim. Każde ciało posiada w porównaniu z wodą swój tak zwany ciężar właściwy; jest to stosunek wagi pew-

nej objętości tego ciała do wagi tej samej objętości wody. Przyjmując ciężar wody za jednostkę, mówimy o ciele, którego dana objętość jest np. dwa razy cięższą od tej samej objętości wody, że jego ciężar właściwy jest $=2$. Ciało, którego ciężar właściwy jest mniejszym od jednostki, jest ułamkiem,—pływa na wodzie.

Prawo Archimedes.

To, cośmy powiedzieli, nie wyjaśnia jednak tego np. faktu, że butelka pusta, zakorkowana, pływa po powierzchni wody. Wiemy, że szkło jest cięższe od wody, że ciężar właściwy szkła jest większy od jednostki. Zauważmy, że flaszką, którą nazwaliśmy pustą, zawiera wewnątrz powietrze (które jest 773 razy lżejsze niż woda), że zatem waga powietrza w butelce, dodana do wagi szkła, jest mniejsza niż objętość wody, równa zewnętrznej objętości butelki. Takie tłumaczenie nie objaśnia nam jednak w zupełności takich faktów, że człowiek, którego ciężar właściwy jest bardzo znaczny, pływa po wodzie, że również może pływać łódź naładowana ciężarami. Możemy bowiem obciążyć kawałek drzewa przez nabicie węgł gwoździ do takiego stopnia, że będzie on ważył zupełnie tyle, co równa mu objętość wody, a nawet odrobinę więcej, a jednak kawałek ten nie będzie tonąć. Wyjaśnił to przed dwoma tysiącami lat uczone Archimedes w sposób następujący: każde ciało zanurzone do wody traci na swojej wadze tyle, ile waży równa mu objętość wody. Jest to tak zwane prawo Archimedes. Kawałek drzewa, najeżony gwoździami, w wodzie traci tyle na wadze, ile waży równa mu objętość wody. Waga człowieka pływającego jest mniejszą od zwykłej, o tyle kilogramów, ile waży woda wypchnięta przez niego, ile waży objętość wody równa objętości ciała naszego zanurzonego w wodzie, a że w ciele naszym mamy jeszcze dużo powietrza, więc też jesteśmy w stanie utrzymać się na powierzchni wody.

Najdosadniej możemy się przekonać o prawdziwości prawa Archimedes, wyciągając wodę ze studni w kuble przyczepionym do drąga. Dopóki kubeł jest w wodzie, dopóty nawet dziecko może łatwo je ciągnąć; kubeł zaś staje się ciężkim, gdy wyciągniemy go ponad powierzchnię wody.

Czym to jednak objaśnić? Łatwo to nam przyjdzie, jeśli prawo Archimedes wyrazimy w cokolwiek odmiennej formie:

ciało zanurzone w wodzie (i wogóle w każdej cieczy) tonie albo wypływa na powierzchnię zależnie od tego, czy ciężar jego jest większy, niż ciśnienie cieczy, czy też mniejszy. Ciało, zanurzone w wodzie wywiera swym ciężarem właściwym ciśnienie na wodę, lecz z drugiej strony woda wywiera ciśnienie na to ciało.

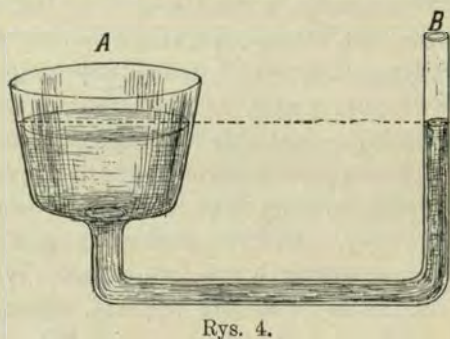
Ciśnienie wody. Dając to objaśnienie, mówimy wciąż o ciśnieniu. Co to jest ciśnienie? Naciśnijmy silnie stół ręką,— siłą naszej ręki działamy na powierzchnię stołu, jest to ciśnienie. Tak samo para ciśnie na wewnętrzną powierzchnię kotła, tak samo woda ciężarem swym ciśnie na dno naczynia, w którym się znajduje, tak samo powietrze ciężarem swym ciśnie na ziemię i na wszystkie przedmioty, na niej się znajdujące i t. d. Ciśnienie zatem, jest to siła, działająca na pewną powierzchnię.

Gdy pewne ciało jest zanurzone w wodzie, czy w jakiej-bądź cieczy, ciśnieniem na nie, siłą działającą na jego powierzchnię, jest opór cieczy, o którym już powyżej mówiliśmy. Opór t. j. ciśnienie cieczy na powierzchnię ciała w niej zanurzonego, równa się wadze objętości cieczy, równej objętości ciała zanurzonego. Gdy zatem człowiek pływa, ciśnie on na wodę ciężarem właściwym swego ciała, a woda wywiera nań ciśnienie równe wadze, wypartej przez ciało wody. Mówimy przeto za Archimedesem, że ciało zanurzone w wodzie o tyle mniej waży, tyle traci na swej wadze, ile waży ciecz przez nie wyparta. Wiemy już, że woda przez ciężar swój wywiera ciśnienie na dno naczynia, wiemy, że woda wywiera przez swój opór ciśnienie na ciało w wodę pogrążone. Jak wielkie są te ciśnienia? Ciśnienie wody na dno równa się ciężarowi słupa wody nad nim. Nietylko jednak dno doznaje ciśnienia słupa wody, ale każda jej warstwa doznaje ciśnienia wody nad nią będącej: zatem im głębiej, tym ciśnienie jest większe. Na dnie mórz głębokich ciśnienie jest bardzo wielkie. Woda, uciskana przez warstwy górne, przeciwstawia temu uciskowi swój opór, oddziaływa ku górze i wywiera ciśnienie z dołu do góry. Im głębiej, tym ciśnienie to jest większe. Im głębiej ciało nasze zanurza się do wody, tym większe ciśnienie woda wywiera na nie. W każdej warstwie wody ciśnienie z góry na dół i z do-

łu na górę są nawzajem sobie równe. Nie myślny jednak, że woda wywiera ciśnienie tylko pionowe z góry na dół i z dołu na górę, woda równie ciśnie we wszystkich kierunkach. Ciało zanurzone do wody doznaje ciśnienia nie tylko z dołu, woda ciśnie na całą jego powierzchnię, a zatem ze wszystkich stron. Woda ciśnie nie tylko na dno, ale też i na boki naczynia; gdybyśmy gdzieś z boku naczynia zrobili otwór, to woda wypływałaby zeń z ciśnieniem warstwy, koło której otwór ten się znajduje; a ponieważ ciśnienie tej warstwy równa się wadze słupa wody, znajdującej się nad nią, więc ciśnienie wody wypływającej z otworu równa się wadze słupa wody, nad nim się znajdującej.

**Naczynia połą-
czone.**

Jeśli do rurki szklanej, mającej kształt litery U nalejemy wody, to zawsze w obydwuch ramionach woda stać będzie na równym poziomie, niezależnie od kształtu, objętości, lub nachylenia ramion. Rzeczy-



Rys. 4.

wicie tak być musi, gdyż ciśnienie, z jakim wypływałaby woda z każdej połówki rurki osobno (gdybyśmy rurkę w dolnym zgięciu rozpołowili), zależy wyłącznie od wysokości słupa wody nad nią. W rurce złączonej, którą nazywamy naczyniami połączonymi (rys. 4), w dolnym zgięciu jest tylko jedno to samo ciśnienie, więc też i poziom słupów wody w A i B musi być ten sam.

Z zasady naczyń połączonych korzystamy bardzo często. Zastosowaniem jej jest urządzenie t. zw. wodociągów: z jednego ogromnego zbiornika, umieszczonego w górze, woda rurami zostaje rozprowadzona po ulicach i domach i może wypływać na wysokości równej tej, na której znajduje się zbiornik. Woda z wodotrysku, fontanny, tryska do wysokości poziomu wody w zbiorniku i t. p.

Trzy postacie wody. Poznaliśmy rozmaite zjawiska wody, gdy ma ona jedną postać cieczy. Wiemy jednak, że gdy wodę nagrzej-

wamy, zmienia się ona w parę. Wiemy, że woda pod działaniem mrozu przeistacza się lód. Wiemy przeto, że woda istnieje w trzech postaciach: cieczy, ciała stałego i pary. Przemiany z jednej postaci w drugą odbywają pod działaniem przemiany ciepła i ciśnienia, o których poniżej pomówimy dokładniej. Obecnie zadowolnijmy się tym faktem i przyjrzyjmy się bliżej, w jaki sposób woda przechodzi z jednej postaci w drugą.

Zmiana objętości
pod działaniem
zmiany ciepła

Nalejmy do butelki z długą szyjką tyle wody, by poziom jej sięgał połowy szyjki; postawmy flaszkę w ciepłym miejscu, — spostrzeżemy, że poziom wody podniesie się; potrzymajmy butelkę w miejscu zimnym, — poziom się obniży. Spostrzeżenie to, zauważone w doświadczeniu z wodą, dotyczy nie tylko wszystkich cieczy, lecz i wszystkich ciał stałych i gazów. Wszystkie ciała kurczą się, zmniejszają swą objętość pod działaniem zimna, a zwiększają swą objętość czyli rozszerzają się pod działaniem ciepła.

Jedynie woda przedstawia poniekąd wyjątek z tej ogólnej zasady. Gdy roztopimy śnieg, ciepło wody będzie miało, jak to nazywamy, 0 (zero) stopni. Gdy ogrzewamy do 4 stopni, woda coraz więcej się kurczy, aż przy 4 stopniach skurczenie jej jest największe, woda wtedy jest najcięższa, czyli, jak mówimy, gęstość jej jest największa. Gdy ogrzewamy dalej, powyżej 4 stopni, woda ciągle się rozszerza i im jest cieplejsza, — tym lżejsza.

Własność wody ta, że posiada największą gęstość przy 4^o, jest niezmiernie doniosłą w życiu zwierząt wodnych: gdy woda zimną chłodnie, na powierzchni staje się gęstsza, opada przez ciężar swój na dno, a cieplejsza, jako lżejsza, wypływa na powierzchnię, gdzie mróz znówu ją chłodzi. Wskutek tego woda oziębia się równomiernie i powoli. Rzecz tak się przedstawia do chwili, w której ciepło wody dojdzie do 4 stopni; od tej chwili oziębianie wody w kierunku dna postępuje niezmiernie powoli. Widzimy też rzeczywiście, że pierwsza powłoka lodu tworzy się łatwo przy lada mrozie, lód jednak grubieje bardzo powoli. Gdyby woda poniżej 4 stopni łatwo się kurczyła, niechybnie cała woda w rzekach i jeziorach, łatwo zmieniłaby się w lód, w którym życie zwierzęce byłoby niemożliwe.

Lód zajmuje więcej przestrzeni, niż woda, z której powstał. Gdy ciepło wody zupełnie się obniży, dojdzie do 0 stopni, gdy woda już się w lód zamieni; spostrzegamy wtedy przy tej przemianie jednej postaci w drugą nowe zjawisko: lód zajmuje więcej przestrzeni, niż woda, z której powstał. Beczka napełniona wodą, pozostawiona na mrozie, zostaje rozsadzona przez powstały lód. Kałuża, mająca podczas ciepła równe brzegi, gdy zamarza, wysadza drobne rąbki lodu, które w dawnych granicach kałuży nie mogły się pomieścić. W kamiennych schodach i wogóle kamieniach, gdy mróz chwycił je wilgotne, powstają rysy.

Parowanie i wrzenie. Jak widzimy, najłżejsze oziębienie, czy ogrzanie wody, powoduje zmiany w jej własnościach. Jeszcze większe przemiany wywołuje silniejsze ogrzewanie. Przyjrzyjmy się wodzie, postawionej w garnku na ogień. Gdy woda silnie się ogrzeje, zjawiają się w niej drobne pęcherzyki, które coraz szybciej podnoszą się i uchodzą. Jest to powietrze, które było rozpuszczone w wodzie, a które z gorącej wody ulatnia się. Przy dalszym ogrzewaniu ukazują się pęcherzyki większe, połyskujące — to para wodna, która podnosi się do góry, napotyka tam wodę zimniejszą, stygnie i znowu zmienia się w wodę. W miarę dalszego ogrzewania tworzy się wewnątrz wody coraz więcej pary wodnej, cała masa wody syczy, burzy się, wre, pęcherze pary wydobywają się na powierzchnię, pękają i para rozchodzi się po powietrzu. Powietrze jednak, jak wskazaliśmy wyżej, ma ciężar, a zatem przez ciężar swój wywiera ciśnienie na powierzchnię gotującej się wody, a ciśnienie to utrudnia parze wodnej wydobywanie się po nad poziom wody gotującej się. Gotowanie się więc, lub wrzenie wody jest to taki jej stan, w którym pod działaniem ciepła wywiązuje się z wody para wodna i ma większe ciśnienie, niż ciśnienie powietrza.

Para wodna nie jest cieczą, posiada raczej pewne podobieństwo do gazu. Naogół gazy, powstałe z cieczy i w zwykłych warunkach przyjmujące ponownie postać cieczy, nazywamy parami. Znamy prócz pary wodnej — pary alkoholu, eteru i t. p. Wszystkie te pary powstają z cieczy pod działaniem ciepła, a gdy ciepło przestanie na nie działać, gdy zostaną, jak mówimy, ochłodzone, skraplają się, zamieniają się w krople.

Gdy trzymamy chłodną blaszkę nad naczyniem z wrzącą wodą, ara wodna osiada na blaszce w postaci drobnych kropli,—skrapla się.

Nietylko jednak wrząca woda paruje. Wiemy, że podłoga umyta nawet zimną wodą, wysycha, że wody pozostawionej na talerzu wciąż ubywa. Takie powolne parowanie nazywamy—ulatnianiem się. Przy wrzeniu wody para wodna wydobywa się z całej masy płynu, przy ulatnianiu się — tylko z powierzchni. Ulatnianie się cieczy, t. j. powolna przemiana cieczy na powierzchni w parę, odbywa się ciągle. Wiemy, że nawet lód paruje, gdyż możemy mokrą bieliznę suszyć na mrozie. Tak samo widzimy nieraz, że śnieg w polu znika powoli i bez odwilży. Ale ulatnianie jest tym większe, im większe jest działanie ciepła. Jeżeli więc jeden talerz z wodą postawimy w pokoju, a drugi na mrozie, woda z pierwszego ulotni się znacznie prędzej. W pokoju para ulatnia się i przechodzi do cieplejszego powietrza, na mrozie—do powietrza zimnego. Powietrze więc pochłania parę wodną.

Powietrze nasycone parą wodną.

Pochłanianie to wody przez powietrze ma pewną granicę i mówimy wtedy, że powietrze jest nasycone parą. Powietrze cieplejsze pochłania więcej wody, zimniejsze — mniej, dlatego to np. gdy słońce świeci, gdy jest cieplej, błoto prędzej wysycha.

Powietrze nasycone parą wodną, gdy zostanie oziębione, nie może pomieścić w sobie pewnej części pary, która też musi się wydzielić. Gdy zimą otwieramy drzwi z ciepłej kuchni na dwór, widzimy obłoki pary: to ciepłe powietrze z pokoju, oziębione, wydziela część pary w postaci drobnej rosy. Gdy latem po zachodzie słońca powietrze się oziębi, część zawartej w nim pary skrapla się i tworzy znaną nam rosę. Gdy niema rosy, znaczy to, że w dzień powietrze nie było nasycone parą wodną, było jak mówimy suche. Nieraz w mroźny, jasny dzień, nagle chwyta silniejszy mróz i wtedy widzimy unoszące się w powietrzu i iskrzące w słońcu drobne igiełki lodowe: to zmrożona w nim para wodna, która w mroźniejszym powietrzu utrzymać się już nie mogła. Nad zimnemi łąkami unosi się rano mgła, drobna skroplona para wodna, tak długo, aż słońce tam powietrza należycie nie rozegrzeje.

Chmury, deszcz i śnieg. Gdy w wysokich warstwach powietrze ochłodzi się (a im dalej od ziemi, tym jest ono chłodniejsze), wydziela się zeń para wodna i tworzy znane nam chmury. Niektóre nawet chmury składają się z drobnych igielek lodowych, ze szronu; są to chmury, które unoszą się bardzo wysoko, gdzie już jest tak zimno, że woda zamarza. Gdy chmury nadmiernie się zgęszczają, gdy zawartość w nich pary wodnej nadmiernie się powiększy, gdy utworzone w ten sposób krople wody lub śnieżne płatki nie mogą dłużej przez nadmierny ciężar utrzymać się w powietrzu, spada deszcz lub śnieg.

Poznaliśmy wodę we wszystkich trzech jej odmianach: cieczy, ciała stałego—lodu i gazu—pary wodnej. Dowiedzieliśmy się, jak odbywa się przemiana jednej z tych postaci w drugą, i jakie są własności każdej postaci poszczególne; przekonaliśmy się, że woda pomimo zmian postaci, zawsze wodą pozostaje; poznaliśmy ją niejako ze strony zewnętrznej. Zapytajmy teraz siebie, czy najdrobniejsza, jaką tylko możemy sobie wyobrazić, cząsteczka wody—jest ciałem prostym, czy też z cząsteczki tej możemy jeszcze wydzielić ciała bardziej proste.

Chemiczne składniki wody. Woda jest połączeniem chemicznym dwóch pierwiastków: tlenu i wodoru. Tlen poznaliśmy, omawiając części składowe powietrza. Wodór jest również, jak **Wodór.** i tlen, gazem, lecz zupełnie odmiennym; ciała palne nie palą się w nim, lecz gasną, zwierzęta duszą się; podobny zatem raczej jest do azotu i dwutlenku węgłowego. (N i CO₂), te jednak same się nie palą, a wodór, który oznaczamy głoską H (Hydrogenium), może się sam palić. Powyżej mówiliśmy, że spalanie się jakiegoś ciała jest to łączenie się jego z tlenem; spalanie się zatem H (wodoru), jest to łączenie się jego z tlenem. Rzeczywiście wodór paląc się, łączy się z tlenem, a tworzące się stąd połączenie,—to woda. Już samo to dowodzi, że składnikami wody są H i O.

Potrafiiono też wodę rozłożyć za pomocą prądu elektrycznego (o którym poniżej pomówimy) na tlen i wodór. Dowiedziono nawet, że każda cząsteczka wody składa się z 2 atomów H i 1 atomu O. Dlatego też oznaczamy wodę wyrazem H₂O. W wodzie zatem poznaliśmy nowe połączenie chemiczne: z 2-ch

gazów utworzone ciało płynne, mające wszystkie własności inne, niż ciała, z których się składa.

**Określenie roz-
tworu.** Wiemy dobrze, że w wodzie rozpuszcza się bardzo wiele ciał (cukier, sól, wapno i t. d.). Nazywamy roztworem płyn (np. wodę), w którym rozpuściliśmy pewną ilość jakiegoś ciała (mówimy zatem: roztwór soli w wodzie, cukru w alkoholu, wapna w wodzie i t. d.). Woda może jednak rozpuszczać ciała tylko do pewnej granicy; gdy ciało nie może już więcej rozpuszczać się w wodzie, mówimy, że roztwór jest nasycony, podobnie jak powietrze bywa nasycone parą wodną.

**Rozpuszczalność
ciał.** Nietylko jednak woda zdolną jest rozpuszczać pewne ciała. Wiemy, że cukier rozpuszcza się w spirytusie, w occie. Wiemy, że zasmolone ręce najłatwiej wymyć w nafcie lub benzynie. Znamy przeto roztwory w alkoholu, occie, nafcie, benzynie i wielu ciałach płynnych. Dalej, jedne ciała stałe (np. sól, cukier, wapno, ałun i t. d.) rozpuszczają się w wodzie, inne zaś (np. lak, smoła i t. d.) nie rozpuszczają się w wodzie, a natomiast są rozpuszczalne w innych płynach (np. lak w spirytusie). Rozpuszczalność zatem jest bardzo ważną własnością ciał. Nietylko ciała stałe są rozpuszczalne w płynach, niektóre bowiem gazy posiadają tę samą własność: np. woda rozpuszcza pewne ilości tlenu i dwutlenku węglowego.

**Powietrze zawiera
drobne ilości pyłu
i żyłatek.** Poznaliśmy cztery składniki powietrza: tlen, azot, dwutlenek węgłowy i wodę. Prócz tych głównych części składowych powietrze zawiera jeszcze bardzo małe ilości innych ciał. Jeśli zamkniemy okiennice pokoju i wpuścimy smugę światła słonecznego przez małą szparę okiennicy, spostrzegamy rój niesłychanie drobnych cząsteczek, unoszących się w powietrzu. To są właśnie tysiące małych cząsteczek kurzu, porwanych przez ciągły ruch powietrza. Im silniejszy ruch powietrza, tym więcej w nim pyłu i kurzu. Badania uczonych dowiodły, że prócz kurzu, unosi się w powietrzu wiele rozmaitych żyłatek drobnych.

II. Odżywianie się ciała ludzkiego.

Określenie pokarmu. Obok oddychania, ważnym objawem naszego życia jest przyjmowanie pokarmów. Co nazywamy pokarmem? dlaczego tylko niektóre ciała nazywamy pokarmem, a do innych nazwy tej nie stosujemy? Oto pokarmem nazywamy wszystko to, co zdolnym jest karmić nasze ciało, podtrzymywać jego siłę i życie.

Krew. Dźwignią życia w ciele ludzkim jest krew. Bez jej pośrednictwa, jak to poniżej zobaczymy, nic w ciele naszym utworzyć się nie może. By zatem znaleźć odpowiedź na pytanie, co stanowi pożywność pokarmów, by zrozumieć istotę strawiania i wartość jego dla organizmu ludzkiego, musimy zwrócić się do badania, czym jest nasza krew, i z jakich ciał się składa.

Na pytanie, jak krew wygląda, każdy odpowie: jest to płyn jednolicie czerwony. W rzeczywistości zaś krew jest płynem bezbarwnym, w którym



Rys. 5.

pływa niezliczona ilość drobniutkich ciałek czerwonych. Ciałek tych jest tak wiele, że gdyby wszystkie ciała, zawarte we krwi jednego człowieka, ułożyć w szereg jedno za drugim, utworzyłyby one łańcuch, którym możnaby cztery razy opasać kulę ziemską. Rys. 5 przedstawia nam, jak wygląda

cząsteczka krwi, gdy jej przypatrujemy się przez szkła powiększające. Przezroczysty płyn krwi (osocze) zawiera około 80 części wody na 100 płynu i ciała rozpuszczone. Osocze jest lepkie; lepkość ta zależy przeważnie od białka, które w nim jest obficie rozpuszczone i nie różni się od białka jaj kurzych. Drugą bardzo ważną częścią jest włóknik, który sprawia na-

tychmiastowe krzepnienie krwi, gdy ta zostanie wypuszczona z żyły lub będzie przez czas dłuższy w żyłach w zastoju.

Ciała białkowe. Włóknik i białko osocza posiadają bardzo zbliżone własności; te same prawie własności posiada globulina, znajdująca się nie w osoczu, lecz w ciałkach krwi. Włóknik, białko i globulina należą do tak zwanych ciał białkowych. Naogół ciała białkowe, których pewną ilość jeszcze poznamy niżej, mają między sobą wiele pokrewieństwa, a szczególnie z wielką łatwością się zastępują i mogą przemieniać się jedno w drugie. Włóknik posiada powyżej opisaną własność krzepnienia. Białko łatwo rozpuszcza się w wodzie, przy zagotowaniu jednak wydziela się całkowicie i krzepnie. Globulina również krzepnie przy wyższej temperaturze, a szczególnie łatwo wydziela ją ze krwi kwas węglowy (CO_2). Ciała białkowe są najważniejszym budowlanym materiałem naszego ciała. Składają się one ze znanych już nam czterech pierwiastków: tlenu O, wodoru H, węgla C i azotu N, przeważnie z dodatkiem drobnych ilości siarki S i fosforu P.

Tłuszcze. Osocze zawiera jeszcze, prócz ciał białkowych,— tłuszcze, cukier i drobną ilość rozmaitych soli. Tłuszcze są nam dosyć znane w życiu powszednim (np. lój, masło, słonina, oleje). Składają się z gliceryny i zazwyczaj trzech kwasów (stearynowego, palmitynowego i oleinowego); kwasy te w połączeniu z gliceryną stanowią nowe połączenia chemiczne— tłuszcze, które posiadają rozmaitą postać, zależnie od ilościowej przewagi jednego z kwasów nad innymi. Wiele fabryk zajmuje się przeróbką tłuszczów, ich rozłożeniem na części składowe: glicerynę i kwasy tłuszczowe, z których to kwasów robią mydła. Tłuszcze pod względem chemicznym składają z C, O i H, są zatem ciałami bezazotowymi. Tłuszcze są nierozpuszczalne w wodzie (a zatem i osoczu), lecz tworzą tak zwaną zawiesinę t. j. rozdrabniają się na bardzo malutkie cząsteczki, zawieszone w płynie. Zawiesina ma wygląd białawy, jakby mętny.

Cukier. Cukier zaliczamy do grupy ciał chemicznych, zwanych węglowodanami t. j. jakby utworzonych z węgla C i wody H_2O . Węglowodany nie zawierają azotu i składają się wyłącznie z C, O i H. W grupie węglowodanów najważ-

niejszemi ciałami są cukry, których znamy wiele odmian. We krwi znajduje się bardzo niewiele cukru i to wyłącznie cukru mlecznego.

Wreszcie we krwi znajdujemy sole: żelaza, wapna, potasu i sodu t. j. ciała mineralne.

Krew zatem składa się z ciał białkowych, cukru, tłuszczu, wody i soli.

Rzecz prosta, że i w pokarmach, mających za pośrednictwem krwi odżywiać nasze ciało, winny znajdować się te same ciała pokarmowe.

Pokarmy pochodzą ze świata roślinnego. Wszystkie używane przez nas pokarmy są bezpośrednio lub pośrednio zaczerpnięte ze świata roślinnego; znacznieszą część bierzemy bezpośrednio z roślin (jarzyny, mąkę, kasze), część mniejsza spożywana przez nas jako mięso, jaja i mleko, została przetworzona w organizmie zwierzęcym z pokarmów roślinnych. Świat roślinny jest zatem źródłem pokarmów dla ludzi i zwierząt.

Mleko. Najprostszym pokarmem ludzkim jest mleko. Jest to jedyne, a jednak zupełnie wystarczające pożywienie człowieka w wieku niemowlęcym t. j. właśnie wtenczas, gdy rozwój jego jest najszybszym. Jako jedyne pożywienie powinno ono zawierać wszystkie ciała pokarmowe i być w stanie zastąpić wszystkie pokarmy razem wzięte. Własne nasze spostrzeżenie poucza nas, że mleko nie jest ciałem jednorodnym. Gdy bowiem mleko postoi, wydziela się na jego powierzchni warstwa bardziej tłusta—śmietanka. Po dłuższym staniu mleko kwaśnieje. Ze śmietany przez jej ubicie możemy otrzymać masło i maślanę. Z mleka kwaśnego, przez odpowiednie jego przygotowanie, otrzymujemy ser. Śmietanka, śmietana, ser, masło, mleko kwaśne, serwatka i maślanka są to ciała odmienne od słodkiego mleka. A zatem w mleku słodkim, z którego wszystkie te nowe ciała powstały, muszą się znajdować rozmaite ich składniki.

Badania uczonych wykazały, że przeciętny skład mleka jest następujący: na 100 jego części, jest wody prawie 88 części, białka $3\frac{1}{2}$, tłuszczu $3\frac{1}{2}$, cukru 5 i soli reszta. Widzimy, jak uderzającym jest podobieństwo w składzie chemicznym krwi i mleka. Jedynie tylko białko mleka jest cokolwiek odmienne

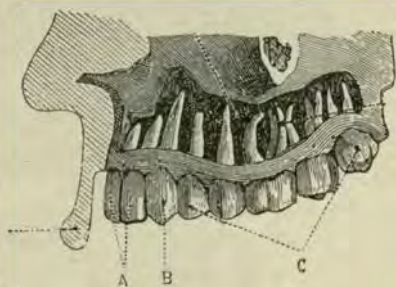
od białka krwi. Białko w mleku znajduje się pod postacią tak zwanego sernika. Sernik nie rozpuszcza się w czystej wodzie, rozpuszcza się jednak w wodzie, zawierającej sole i dlatego w mleku jest rozpuszczony. Gdy mleko skwaśnieje, sernik wydziela się. Mleko kwaśnieje, gdy zawarty w nim cukier mleczny, pod wpływem działania drobnych grzybków, zamienia się w kwas mleczny.

Przykład mleka dosadnie wykazuje nam związek, istniejący między składowymi częściami krwi i pokarmu, i wyjaśnia nam istotę pokarmu.

Trawienie. Gdy pojmujemy już, co jest pokarmem pożywym dla naszego ciała, postarajmy się uprzytomnić sobie, co się dzieje z pokarmem wewnątrz naszego organizmu.

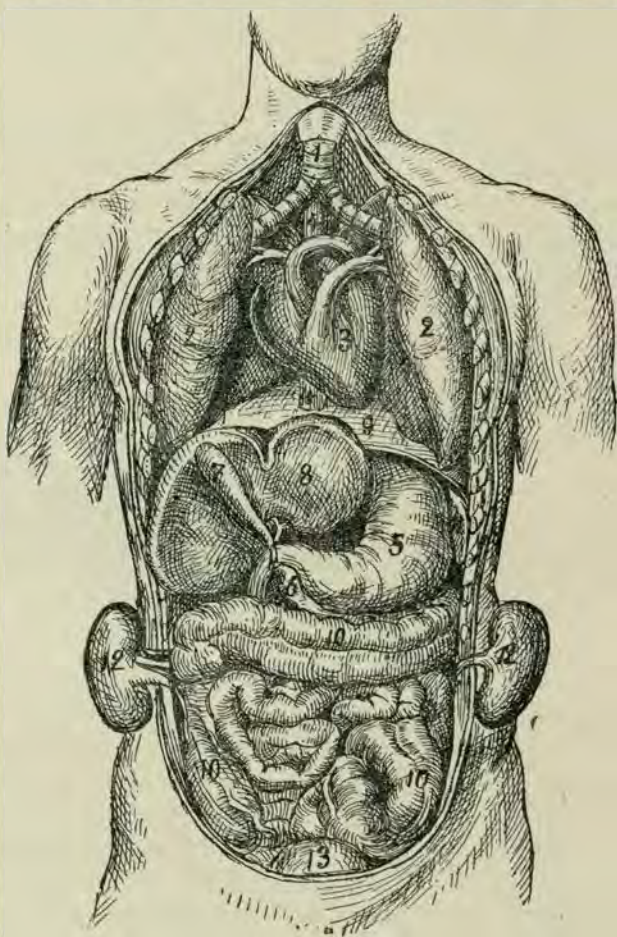
Po włożeniu pokarmu do ust, jeśli jest on twardy, przednie nasze siekacze (jest ich 8, po 4 w każdej szczęce; rys. 6 lit. A) i kły (jest ich 4, po dwa w każdej szczęce, lit. B) odcinają kawałki, a język przerzuca je na zęby trzonowe (jest ich razem 20, lit. C), które pokarm rozcierają. Pokarm rozdrobiony, pocięty i rozarty miesza się z płynem bardzo wodnistym, wydzielanym z 3 par gruczołów pod językiem, i w głębi jamy ustnej t. j. ze śliną. Ślina rozpuszcza niektóre części pokarmu, pośredniczy wrażeniom smaku, ułatwia połykanie ciał suchych i wreszcie, co najważniejsze, rozpoczyna trawienie ciał skrobiowych (mącznych), przemieniając część ich znaczną na cukier. Ciała skrobiowate są w żołądku daleko trudniej strawne, jak np. cukier lub ciała białkowe, a więc działanie śliny jest wielce pomocne dla całego trawienia. Widzimy też, że naślinianie u zwierząt mięsożernych odbywa się dosyć niedokładnie, a przeciwnie, u zwierząt roślinożernych, spożywających wiele ciał skrobiowych, bardzo dokładnie.

Gdy pokarm został dobrze przeżuty i pomieszany ze śliną, wtedy język odprowadza go do otworu gardła, gdzie zostaje



Rys. 6.

schwycony przez skurcz mięśni i połknięty. Pokarmy wchodzą tutaj w pewien rodzaj rury, zwanej przełykiem (rys. 7 nr. 4); tym przełykiem idą przez okolice płuc (nr. 2) i serca (nr. 3), dalej tym samym przełykiem przekraczają przeponę brzuszną (nr. 9),



Rys. 7.

oddzielającą jamę piersiową od jamy brzusznej i przybywają do żołądka (nr. 5), mającego postać worka z cienkimi ścianami mięsistymi. W żołądku ludzkim pokarmy nie podlegają po-
nownemu rozdrobniению, jak to ma miejsce np. u kur i kaczek.

Czynność mięsistych ścian żołądka ogranicza się do nieznacznych skurczeń i rozdymań; za ich pośrednictwem zawartość żołądka zostaje stale popychana ku dołowi. Pokarmy zamieniają się w żołądku na jednostajną miazgę, jedynie dzięki działaniu soku żołądkowego. Sok ten, ostra kwaśna ciecz, bezustannie sączy się z tysięcy maleńkich gruczołków, znajdujących się w ściankach żołądka, i posiada zdolność rozpuszczania ciał białkowych, nierozpuszczalnych w wodzie.

Podobnie jak w jamie ustnej, działaniem śliny nierozpuszczalne ciała skrobiowate (co prawda częściowo) zostają przekształcone na rozpuszczalne—cukier i dekstrynę, tak w żołądku, pod działaniem soku żołądkowego, ciała białkowe przyjmują postać ciał rozpuszczalnych, tak zwanych peptonów.

Miazga pokarmowa splywa z żołądka do drugiej, prawie na 12 łokci mocno pokręconej rury — do jelit (nr. 10) i tutaj podlega dalszemu trawieniu pod działaniem wydzielin trzustki i wątroby. Wątroba (nr. 8) wydziela z mieszczonego się na niej pęcherzyka żółciowego (nr. 7)—żółć, płyn zielonawy, w którym tłuszcze z łatwością rozbijają się na drobne kuleczki t. j. tworzą zawiesinę, która może być przez ciało łatwo wchłonięta. Trzustka (nr. 6), leżąca pod żołądkiem, wydziela sok trzustkowy, płyn jasny, przezroczysty, mający własność przekształcenia skrobi w dekstrynę i cukier, przemiany ciał białkowych na peptony i wreszcie rozbijania tłuszczów w mleczną zawiesinę. Sok trzustkowy zatym niejako wykończy działanie śliny, soku żołądkowego i żółci, przetwarzając miazgę pokarmową w białawy gęsty płyn, zwany mleczkiem kiszkiowym. Mleczko to w długiej drodze w cienkiej kiszce powoli ubywa t. j. zostaje wessane przez ściany kiszki. W końcu cienkiej kiszki pozostają już tylko niestrawione części pokarmu, pomieszane z żółcią i innymi sokami. Te resztki przedostają się do kiszki grubej (na 2—3 palce), okrężającej kiszki cienkiej, i dochodzą do odbytnicy jako kał.

czym polega
trawienie?

Gdyśmy tak opisali przebieg trawienia, możemy w krótkich słowach dać odpowiedź na pytanie: na czym trawienie polega? Trawienie polega: 1) na oddzieleniu materji pożywnej od niepożywnej, która zostaje wydalona z organizmu i 2) na przemiana-

nie materji pożywnej w ciecz, któraby mogła wejść w krew i z krwią odżywiać ciało.

Przyjrzyjmy się teraz, co się dzieje dalej z mleczkiem. Na wewnętrznej ścianie cienkiej kiszki znajduje się niezmierna ilość małych brodawek, utworzonych z cienkiej błony, wewnątrz pustych. Brodawki te, zwane kosmkami, wchłaniają mleczko kiszkowe. Wewnątrz każdego kosmka znajdują się dwie rurki cieniutkie. Jedna z nich — rurka krwionośna — jest połączona z rurkami krwionośnymi sąsiednich kosmków. Część mleczka kiszkowego z kosmka przedostaje się do rurki krwionośnej i wraz z mleczkiem pozostałych rurek krwionośnych zostaje odprowadzona do dużej rury z krwią, leżącej w głębi brzucha. Druga rurka, zwana rurką limfatyczną, pochłania resztę mleczka i łączy się z rurkami limfatycznymi sąsiednich kosmków w większe rury limfatyczne, które znów doprowadzają mleczko do jednej grubej rury krwi, leżącej blisko serca. Ostatecznie zatem całe mleczko przedostaje się do krwi.

Krążenie krwi. By zrozumieć, jak mleczko przemienia się w krew i w jaki sposób odbywa się odżywianie wszystkich części ciała, musimy bliżej przyjrzeć się krążeniu krwi. Przyrząd krwionośny składa się z 4 części: 1) z serca, 2) z tętnic, prowadzących krew z serca do ciała, 3) z żył, prowadzących krew z ciała napowrót do serca i 4) z bardzo cieniutkich rurek włoskowatych, łączących jakoby siatką tętnice z żyłami.

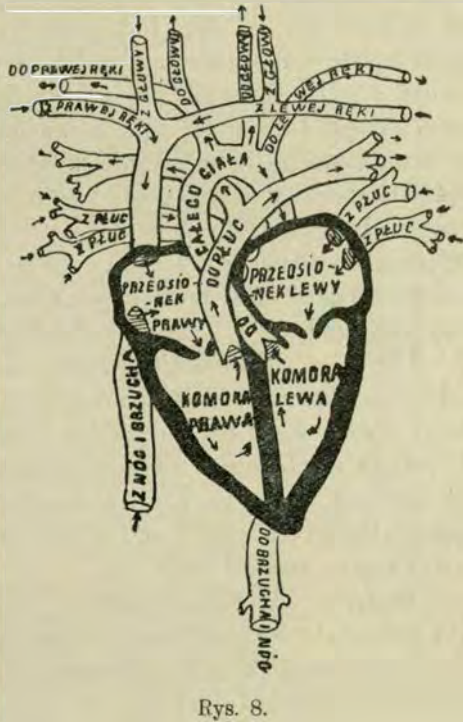
Serce, jak to widać z rys. 7, mieści się między płucami. Jest to (rys. 8) woreczek, zaostrowany ku dołowi, o ścianach grubych, splecionych z tęgich mięśni, które kurcząc się, zmniejszają woreczek i mogą wycisnąć płyn w nim zawarty. Wewnętrzna przegroda podłużna z góry na dół, dzieli serce na prawą i lewą połowę, między którymi niema połączenia. Dwie te połowy są zatem jakoby okna oddzielne serca, razem zrosnięte. Każda z tych połów za pomocą poprzecznej przegrody jest podzielona na część górną (przedsionek) i dolną (komorę), które łączą się z sobą za pomocą otworów z zastawkami, mogącemi się otwierać tylko z góry na dół. Tym sposobem serce jest podzielone na 4 oddziały: komory — prawą i lewą i przedsionki — prawy i lewy. Prawy przedsionek i prawa komora są wypełnione ciemno-czerwoną kwią żylną, wracającą

z ciała do serca. Lewy przedsionek i lewa komora są wypełnione jasno-czerwoną krwią tętniczą, mającą z serca przejść do ciała.

Mały i wielki
obieg.

Przepływ krwi przez serce odbywa się w następujący sposób: Krew żylna, dochodząca z ciała (z nóg i brzucha, z rąk i głowy) dostaje się do prawego przedsionka, pod działaniem skurczu sercowego przez zastawki wchodzi do prawej komory, skąd zostaje wypchnięta do płuc. W płucach krew przeciska się przez rurki włoskowate, uwalnia się tam od

kwasu węglowego CO_2 i nabiera tlenu O , przez co zamienia na jasną krew tętniczą. Krew tętnicza z płuc bieży znów do serca, do lewego jego przedsionka, stamtąd przechodzi do lewej komory, z której rozbiega się po tętnicach i rurkach włoskowatych, drobną siateczką rozrzuconych po całym ciele. W obiegu tym po ciele krew tętnicza zamienia się na krew żylną i jako taka wraca do prawego przedsionka serca. Serce zatem odgrywa rolę pompy, tłoczącej krew w 2-ach



Rys. 8.

kierunkach: 1) tak zwanego małego obiegu (od komory, prawej przez płuca do lewego przedsionka), którego zadaniem jest przeprowadzenie krwi przez płuca i 2) wielkiego obiegu (od komory lewej przez ciało, oprócz płuc, do prawego przedsionka), którego zadaniem jest odżywienie ciała. W małym obiegu krew żylna wydziela w płucach kwas węglowy, łączy się

z tlenem i staje się jasno-czerwoną tętniczą. W wielkim obiegu krew tętnicza oddaje tlen wszystkim cząstkom ciała, a powstały kwas węglowy odprowadza krew żylna.

Gdy przypomnimy sobie to, cośmy się nauczyli o oddychaniu (str. 5), zrozumiemy łatwo proces małego obiegu krwi. Natomiast musimy tutaj szerzej omówić istotę wielkiego obiegu krwi.

Znaczenie wielkiego obiegu krwi w odżywianiu ciała.

Podczas wielkiego obiegu do krwi zostaje doprowadzony nowy materiał pożywny pod postacią mleczka kiszkowego. Krew zasilona w nowe soki pożywne, przepływając po całym ciele, zostawia w każdym miejscu to, co tam jest potrzebne, a zabiera napowrót części zużyte. Równocześnie ciążka krwi, zasilone w płucach tlenem, oddają narządom, przez które przechodzą, znaczną część tlenu. Część tego tlenu wraz z innymi materiałami, zawartymi we krwi, idzie na odbudowanie zużytych części ciała, a druga część tlenu spala pewną część węgla, wchodzącego w skład naszego ciała. Przez to spalanie wytwarza się ciepło, podtrzymujące stałą temperaturę ciała i kwas węglowy CO_2 , który powoli przemienia krew tętniczną na żylną.

Wydzieliny: (pot i mocz)

Przy przemianie krwi, w części naszego ciała powstają rozmaite odpadki, które winny być wydalane. Takimi wydzielinami są pot i mocz. Pot jestto zanieczyszczona woda, pochodząca ze krwi i przez tak zwane rurki potowe wypływająca na powierzchnię naszego ciała. Mocz zaś wydziela się ze krwi w nerkach (które wywinięte z pod kiszki widzimy na rys. 7 nr. 12) i z nerek przechodzi do pęcherza moczowego (nr. 13).

Ciepło.

Badając doniosłość trawienia i jego przejawy, kilkakrotnie zaznaczyliśmy, że wywiązuje się przy nim ciepło. Wiemy dalej, że dla podtrzymania naszego zdrowia, a nawet życia potrzebna jest pewna ilość ciepła. Zważywszy to znaczenie ciepła w naszym życiu, przejdźmy do szerszego omówienia i dokładniejszego zbadania tego zjawiska.

W potocznej mowie odróżniamy ciepło od zimna. Nie należy jednak bynajmniej sądzić, aby ciepło było czymś odmiennym od zimna; zimno w rzeczywistości jest tylko niższym stopniem ciepła. Weźmy trzy miski, jedną z wodą gorącą, drugą z zimną, a trzecią z letnią. Potrzymajmy czas pewien jedną

rękę w wodzie gorącej, drugą w zimnej, a następnie zanurzymy obie ręce w wodę letnią: ręka, która była w wodzie gorącej, dozna uczucia chłodu, druga zaś oziębiona w wodzie chłodnej dozna uczucia ciepła. Własne zatem nasze uczucie niedokładnie odróżnia ciepło od zimna.

Temperatura. Gdy pragniemy dokładnie określić stopień ciepła jakiegoś przedmiotu, wymieniamy jego temperaturę, powiadamy, że przedmiot ten posiada wyższą temperaturę, niż inne. Tę różnicę oznaczamy stopniami przyrządu do mierzenia tem-

Termometr. peratury — tak zwanego termometru lub ciepłomierza. Rys. 9 przedstawia nam najczęściej używany termometr. Na deseczce przytwierdzona jest rurka szklana, u dołu rozszerzona w kuleczkę, a u góry zamknięta; wewnątrz kulki znajduje się połyśkujący ciężki płyn, zwany rtęcią. Nad rtęcią w rurce niema powietrza. Od ciepła rtęć się rozszerza, jak wogóle wszystkie przedmioty. Im wyższa temperatura, tym wyżej rtęć się wznosi; przy obniżaniu się temperatury, rtęć kurczy się i opada. Na deseczce znajduje się podziałka tak urządzona, że jej zero odpowiada temperaturze topniejącego śniegu, a 100 z lewej strony (pod literą C — według skali Celsjusza) lub 80 z prawej (pod lit. R — według skali Reamura) odpowiada temperaturze wrzącej wody (na dołączonym rysunku jest tylko połowa podziałki t.j. C — 50 i R — 40). Liczba, stojąca koło kreski, przy której rtęć w pewnej chwili zatrzymała się w rurce, wskazuje nam w stopniach daną temperaturę.



Rys. 9.

Rozszerzanie się ciała wskutek przyrostu ciepła. O jednym działaniu ciepła wzmiankowaliśmy już niejednokrotnie. W termometrze widzimy rozszerzenie się rtęci pod wpływem ciepła, powyżej omawialiśmy szerzej, jak woda powiększa swą objętość wskutek przyrostu ciepła. To działanie ciepła nie dotyczy jedynie wody i rtęci, gdyż wszystkie ciała rozszerzają się, gdy temperatura ich się podwyższa, a kurczą, gdy się temperatura obniża. Dlatego to, układając szyny na drodze żelaznej, pozostawia się między nimi małą przestrzeń wolną, aby przy zmianie temperatury, wydłużając się, nie na-

ciskały na siebie i wskutek tego nie wyginały się. O tym samym pamiętają przy budowie mostów żelaznych. Dlatego również ruszty w piecach nie mogą być ściśle obmurowane, dusze w żelazkach siedzą luźno, dopóki są zimne, a po rozpaleniu ściśle wchodzą w żelazko. Połóżmy balonik gumowy, napełniony trochę gazem (np. powietrzem) koło ciepłego pieca, spostrzeżemy, że balonik po pewnym czasie napeężnieje, a nawet może pęknąć.

Naogół można powiedzieć, że pod działaniem ciepła ciała stałe najmniej się rozszerzają, gdyż, jakśmy to nadmienili na str. 14, spójność ich cząsteczek jest największa; gazy zaś najwięcej się rozszerzają, gdyż cząsteczki ich nie posiadają spójności. Ciepło zatem w ten sposób działa na ciała materialne, że zwiększając ich rozmiar, tym samym oddalając ich cząsteczki od siebie, zmniejsza spójność cząsteczek.

Przechodzenie ciał
z jednego stanu
w drugi pod działaniem
ciepła i ciśnienia.

Działanie to może posuwać się tak daleko, że ciała stałe przekształcają się w płynne, co nazywamy topieniem się, a ciała płynne w gazy, co nazywamy wrzeniem. Widzieliśmy tego jeden przykład na wodzie. Lód wskutek przyrostu ciepła topi się, a nawet potym paruje. Siarka, ciało stałe, pod wpływem ciepła zmienia się w ciecz brunatną, a potym w parę siarkową; przemiany te jednak odbywają się przy temperaturze znacznie wyższej, niż u wody. Lód się topi przy 0 stopni, siarka przy 110, ołów przy 325, kute żelazo przy 1600, miedź 1050 stopniach ciepła i t. d. Naogół możemy powiedzieć, że każde ciało topi się przy temperaturze dla siebie właściwej. Są ciała stałe, które topią się w temperaturze tak wysokiej, jakiej dotąd nie zdołano otrzymać. Takim ciałem jest węgiel we wszystkich swych odmianach: grafitu, djamentu i węgla bezkształtnego.

Wiemy, że para wodna, ochłodzona, skrapla się w rosę, przemienia się w płyn; wiemy, że woda pod działaniem zimna krzepnie w lód. Podobne zjawiska dostrzec możemy u octu, alkoholu. Uczeń potrafił nawet skroplić gazy: wodór, tlen i azot, a nawet dwutlenek węglowy przemienić w ciało stałe. Więc też naogół możemy powiedzieć, że jesteśmy w stanie przekształcać ciała stałe w płynne, a potym w gazy; ale też i odwrotnie, gazy możemy skraplać w ciecz, a ciecz przemieniać w ciała stałe.

Przemiany ciał z jednego stanu w drugi mają miejsce nie tylko pod działaniem ciepła. Postawmy na ogniu naczynie z wodą, zupełnie szczelnie przykryte pokrywą: zobaczymy, że po pewnym czasie temperatura wody podniesie się powyżej 100° t. j. powyżej zwykłej temperatury wrzenia wody, a jednak woda wrzeć nie będzie. Dzieje się to dlatego, że pod wpływem ciepła woda paruje, para wodna nie mogąc wyjść z naczynia szczelnie zamkniętego zbiera się w coraz to większej ilości ponad wodą, coraz silniej ciśnie na jej powierzchnię i utrudnia wrzenie. Woda poczyna wrzeć, gdy ciśnienie pary, wywiązującej się pod działaniem ciepła jest większe, od ciśnienia na jej powierzchnię. Gdy gotujemy kartofle w naczyniu szczelnie zamkniętym, rozgotujemy je daleko prędzej i lepiej, bo przy temperaturze znacznie wyższej, niż w naczyniu otwartym.

Z powyższego widzimy, że łatwość przemiany cieczy w parę zależy nie tylko od działania ciepła, lecz i od ciśnienia na powierzchnię t. j. od ciśnienia zewnętrznego. Im większe będzie działanie ciepła, im mniejsze jest ciśnienie zewnętrzne, tym łatwiej płyn będzie i wrzeć i parować.

Przemiana ciał z jednego stanu w drugi jest przemianą spójności cząsteczek pod działaniem ciepła i ciśnienia zewnętrznego. Ciśnienie zewnętrzne, siła z zewnątrz działająca, tamuje, przeciwdziała rozluźnianiu spójności cząsteczek, ciepło natomiast spójność tę zmniejsza.

Rozmaite ciała
rozmalcie poddają
się działaniu
ciepła.

Rozmaite ciała materialne w rozmaity zupełnie sposób poddają się działaniu ciepła; najprostszym tego przykładem jest, że lód zmienia się w płyn przy 0 stopniach, a miedź topi się przy 1050 stopniach. Wiemy dalej, że niektóre ciała pod wpływem ciepła zdolne są łączyć się z tlenem i spalać się (drzewo, węgiel kamienny, torf, nafta, spirytus, papier, siarka i wiele innych)—są to tak zwane ciała palne. Wiemy również, że ciepło przez niektóre ciała łatwo i szybko przechodzi, przez inne zaś trudniej i powoli. Drut, gwóźdź, łyżka blaszana, wprowadzona jednym końcem w ogień, po krótkim czasie tak się nagrzewa, że nie jesteśmy w stanie utrzymać drugiego ich końca w ręku. Kawałek drzewa może się palić tuż prawie koło naszej ręki, a nie odczuwamy ciepła w części niepalącej się.

Dobre i złe przewodniki ciepła.

Wogóle dzielimy wszystkie ciała na dobre i złe przewodniki ciepła. Dobremi przewodnikami są przedewszystkim metale, złemi zaś: drzewo, węgiel, popiół, słoma, siano, papier, płótno, sukno. Ta rozmaita własność jest wielce ważną w naszym życiu i na każdym kroku bywa przez nas uwzględniona. Domy budujemy z drzewa, cegieł, lub kamieni, a nie z żelaza. Ubranie robimy z wełny, płótna, nieprzepuszczających na zewnątrz ciepła naszego ciała. W naczyniach metalowych, stawianych na ogień, ręczki są zrobione z drzewa, kości i t. p. Drzewa i rury studzienne owijamy na zimę w słomę, lub okładamy nawozem. Na zimę wstawiamy do mieszkań naszych podwójne okna, by warstwa powietrza (złego przewodnika ciepła), między oknami przeszkadzała uchodzeniu ciepła z pokoju i dochodzeniu zimna z dworu.

**Promieniowanie
ciepła.**

Powyżej mówiliśmy o tym, że, używając odpowiednich ciał materjalnych—złych lub dobrych przewodników, możemy ułatwić lub utrudnić przeprowadzenie ciepła z jednego miejsca na drugie. Są jednak zjawiska ciepła, które nie zależą od bezpośredniego stykania się ciał zimnych z ogrzaniem. Stanąwszy np. w pewnej odległości od pieca, natychmiast odczuwamy ciepło; powietrze jest złym przewodnikiem ciepła, więc trzeba by dłuższego czasu, by ciepło mogło to złe jego przewodnictwo przewyciążyć i dojść do nas. Mamy więc tu do czynienia z nowym zjawiskiem ciepła, przechodzeniem jego z jednego ciała do drugiego przez większe odległości. Zjawiska te nazywamy promieniowaniem ciepła. Najlepszym przykładem promieniowania jest dochodzenie do nas ciepła słonecznego. Powietrze otacza ziemię powłoką grubości 80 kilometrów, a dalej niema go zupełnie, niema nawet tego złego przewodnika ciepła. Przestrzeń dwudziestu milionów mil między słońcem i ziemią, jest próżnią, niema tam żadnego ani dobrego ani złego przewodnika słonecznego. A jednak ciepło słoneczne do nas dochodzi i właśnie dochodzi przez promieniowanie.

Promienie ciepłne są albo jasne, świecące, albo też ciemne, bezbarwne; przykład pierwszych mamy w promieniach słonecznych, przykład drugich w ciepłe pieca zamkniętego. Nie wszystkie ciała jednakowo wysyłają ciepło, jednakowo promieniają. Należymy wrzając wody do dwóch szklanek, jednej

uczernionej sadzą, drugiej oblepionej papierem złotym, i postawmy obie szklanki na jednej postawie. Po pewnym czasie dostrzeżemy, że woda w szklance uczernionej szybciej ostygła, jest zimniejsza. Wnioskujemy stąd, że ciała ciemne promieniują szybciej, niż ciała jasne.

Pochłanianie ciepła. Pochłanianie ciepła t. j. przyjmowanie jego przez pewne ciało jest zjawiskiem odwrotnym do promieniowania t. j. wysyłania ciepła nazewnątrz. Ciała ciemne, które posiadają większą zdolność promieniowania, posiadają też i większą zdolność pochłaniania ciepła. Połóżmy w mroźny, słoneczny dzień dwie chustki na śniegu, jedną czarną, drugą białą: śnieg pod czarną będzie topnieć szybciej.

Ciepło słoneczne. Najgłówniejszym źródłem ciepła na ziemi jest słońce; więcej nawet powiedzieć możemy: ciepło słoneczne jest przyczyną wszystkiego, co istnieje na ziemi, jest główną siłą, która wszystko na ziemi wykonywa. Bez tego ciepła, życie ludzi, zwierząt i roślin byłoby niemożliwe. Wszelkie zmiany pogody, krażenie wód na ziemi, a zatym i przemiany, odbywające się w skorupie ziemskiej, jak to poniżej poznamy, nie miałyby miejsca, gdyby słońce zagasło. Słońce bezustannie wysyła promienie ciepła na wszystkie strony i tylko drobna ich cząstka pada na naszą ziemię. Promieniste ciepło słońca bieży z niesłychaną szybkością, sprowadzając zarazem światło. Szybkość promieni słonecznych wynosi 42 tysiące mil na sekundę, a że słońce oddalone jest o 20 milionów mil od ziemi, więc światło i ciepło słoneczne potrzebują 8 minut na przebycie tej drogi. Gdyby słońce nagle zagasło, widzielibyśmy je jeszcze przez 8 minut.

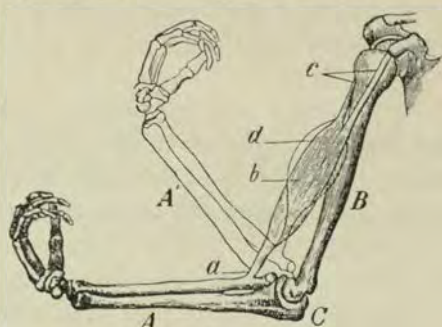
Reakcje chemiczne są źródłem ciepła. Umiemy też ciepło sami wytwarzać. W tym celu palimy drzewo, węgiel, torf, słomę i wogóle ciała palne. Mówiliśmy niejednokrotnie, że spalanie się jest to łączenie się z tlenem, jest powstawaniem nowych ciał chemicznych, przyczem wyłania się ciepło. Przy powstawaniu bardzo wielu ciał chemicznych, czyli, jak inaczej mówimy, przy reakcjach chemicznych wytwarza się ciepło. Trawienie, jakieśmy to mówili, stanowi cały szereg bardzo rozmaitych reakcji chemicznych, którym towarzyszy wyłanianie się ciepła. Wiemy też np., że wapno niegaszone, zalane wodą, wydziela bar-

dzo dużo ciepła; jest to również reakcja chemiczna, chemiczne połączenie wapna niegaszonego, tlenku wapna (Ca O) z wodą ($\text{H}_2 \text{O}$) w nowe ciało, wapno gaszone ($\text{Ca O}_2 \text{ H}_2$). Możemy więc naogół powiedzieć, że drugim źródłem ciepła są reakcje chemiczne.

Praca fizyczna jest Trzecim wreszcie źródłem ciepła źródłem ciepła. jest praca fizyczna. Pocierajmy przez pewien czas kawałki drzewa, spostrzegamy, że drzewo się rozgrzeje. Dzieci ludzie przez tarcie dwóch kawałków drzewa otrzyskują ogień. Zapalka przez potarcie zapala się, (przy potarciu wywiązuje się ciepło, pod działaniem którego zapala się fosfor zapalki). Osie kół smarujemy mazią lub smarami, by zmniejszyć tarcie: niesmarowane osie żelazne rozgrzewają się silnie i prędko się niszczą, drewniane mogą się zapalić. Tak samo, jak przez tarcie, wzbudza się ciepło przez uderzanie, ściskanie i t. d. Kowadło i młot rozgrzewają się od uderzeń. Gdy koń uderza podkowami o bruk, dostrzegamy iskry: to od podkowy odrywają się małe cząsteczki żelaza, które wskutek ciepła, wywiązanego przez uderzenia, rozżarzają się.

III. Zdolność ruchu.

Położmy rękę na stole i zegnijmy ją w łokciu. Wykonaliśmy tutaj pewien ruch. Łatwo możemy sprawdzić, że, jak to



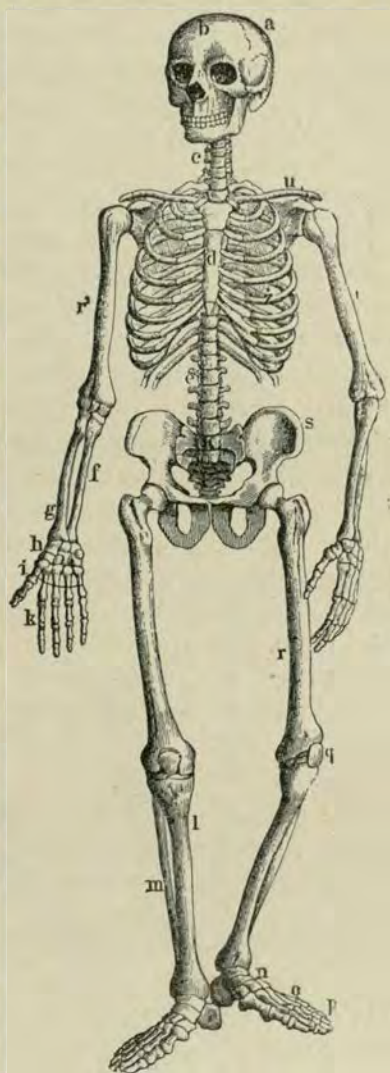
Rys. 10.

rys. 10 przedstawia, w ramieniu (B) jest jedna kość, a w przedramieniu (A) znajdują się dwie kości równoległe. Te kości (A) i (B) łączą się ze sobą w łokciu (C). Ruch zgięcia ręki polega na zbliżeniu się do siebie kości (A) i (B) w taki sposób, w jaki zbliżają się do siebie dwie nóżki cyrkla. Urządzenie w łokciu (C),

które pozwala na wykonanie ruchu z położenia A do A', nosi nazwę stawu. Kości jednak same nie są w stanie wykonać ruchu: potrzeba do tego szczególnych włókien, posiadających zdolność kurczenia się. Wiązki tych włókien nazywamy mięśniami (b, c, d). W wykonaniu zatym ruchu biorą udział: kości, stawy i mięśnie.

Szkielet. W ciele ludzkim znajduje się około 250 pojedynczych kości, które razem tworzą tak zwany szkielet. Przypatrzmy się szkieletowi ludzkiemu, przedstawionemu na rys. 11, a z łatwością dostrzeżemy główne jego części: głowę, kość pancerzową czyli kręgosłup, ciągnący się przez długość całego tułowia, żebra z opierającymi na nich z tyłu łopatkami i kośćmi rąk, wreszcie miednicę, do której przyłączone są kości nóg.

Głowa. Głowa (a, b) składa się z czaszki i twarzy. Czaszka, utworzona z 8 kości, zestawionych ze sobą nieruchomo za pomocą zagębień, stanowi mocną, twardą skrzynkę, ochraniającą mózg. Twarz powstaje z połączenia 14 kości najrozmaitszego kształtu, tworzą-



Rys. 11.

cych dwa oczodoły, jamę nosową i jamę ustną. Kości twarzy, z wyjątkiem ruchomej dolnej szczęki, są nieruchome.

Kręgosłup. Kolumnę pacierzową (c, e) stanowi szereg 33 krótkich kości, ułożonych jedna nad drugą i zwanych kręgami. Każdy kręg jest rodzajem pierścienia, a pierścienie te, leżąc na sobie, tworzą rurę, wypełnioną mleczem pacierzowym. Kręgi są ze sobą tak po zrastane, że mogą odchyłać się nieco od siebie, dzięki czemu jesteśmy w stanie wyginać nasze ciało na wszystkie strony.

Szyja i klatka piersiowa. Siedem górnych kręgów stanowią szkielet szyi (c). Dwanaście niżej leżących tworzą plecy; do każdego z nich przyczepia się para żeber (ż); żeber zatem jest 12 par. Żebra na przodzie piersi schodzą się w płaską podłużną kość (d), zwaną mostkiem. Żebra wraz z mostkiem i kręgami pleców tworzą klatkę piersiową, ochraniającą płuca i serce.

Kończyny górne. Do klatki piersiowej przyczepione są górne kończyny, których podstawę stanowią łopatki i obojczyk. Obojczyk (u), cienka walcowata kość, łączy mostek z łopatkami (ł). Łopatki leżą z tyłu na żebrach i rzeczywiście mają postać trójkątnych łopatek. Każda łopatka ma w swym grubym końcu okrągły dołek, w który wchodzi górna kość ręki — ramię (r'); dalszy ciąg ramienia w dół to przedramię, złożone z 2-ech kości (f, g). Do przedramienia przymocowanych jest kilka małych kostek (h), ułatwiających swobodne okręcanie się pięści i noszących wspólną nazwę namięstka. Z namięstkiem łączy się 5 kostek dłoni (i), do których znów przylegają kostki palców (k).

Krzyż i miednica. Poniżej żeber 5 kręgów tworzy krzyż (e). Poniżej krzyża znowu 5 kręgów, spojonych jakby w jedną całość, stanowią kość krzyżową (K). Wreszcie ostatnie kręgi składają się na tak zwaną kość ogonową (I). Do kości krzyżowej przyrastają z prawej i lewej strony dwie szerokie kości biodrowe (S), łączące się ze sobą na przodzie i dające razem dużą kość, zwaną miednicą. Miednica podtrzymuje wnętrzności brzucha i stanowi podstawę kończyn dolnych.

Kończyny dolne. Do obydwu kości biodrowych są przyczepione kości udowe (r), do których znów niżej przylegają kości goleniowe (l, m); w miejscu połączenia kości udowych i goleniowych leży mała półokrągła kość, zwana jabłkiem (q),

tworząca kolano. Poniżej kości goleniowych znajdują się małe kości, tworzące śródstopie (n) z piętą, a dalej kości stopy (o) i kości palców (p).

Chemiczny skład kości. Pod względem chemicznym kości składają się z wody, kleju, tłuszczu, węglanu wapna i fosforanu wapna. Fosforan wapna jest to połączenie wapna z tlenem i fosforem, połączenie, z którym zapoznamy się bliżej przy omawianiu gleby ziemi.

Stawy. Powyżej opisane kości szkieletu ludzkiego albo są ze sobą zrosnięte na stałe, albo też przylegają jedno do drugich w ten sposób, że mogą się poruszać. Takie ruchome zestawienia kości nazywamy stawem. Prawie wszystkie stawy składają się z dwóch powierzchni kostnych, które ślizgają się jedna na drugiej i w tym celu są pokryte gładkimi chrząstkami i płynem stawowym, utrzymującym je w wilgoci. Powierzchnie stawowe są połączone jedne z drugimi zapomocą wstążek włóknistych, tak zwanych więzów stawowych, wzmacniających staw we wszystkich kierunkach. Rys. 12 uwidacznia nam postać więzów stawowych (B).



Rys. 12.

Mięśnie. Mięśnie stanowią czerwoną, włóknistą, obfitą w krew masę, zwaną u ludzi ciałem, a u zwierząt mięsem. W ciele ludzkim jest z górną 300 mięśni najrozmaitszej postaci i wielkości. Każdy z nich to wiązka czerwonych włókien, wydłużających się w 2 białe żyłaste końce, tak zwane ścięgna, które są przyrośnięte do kości.



Rys. 13.

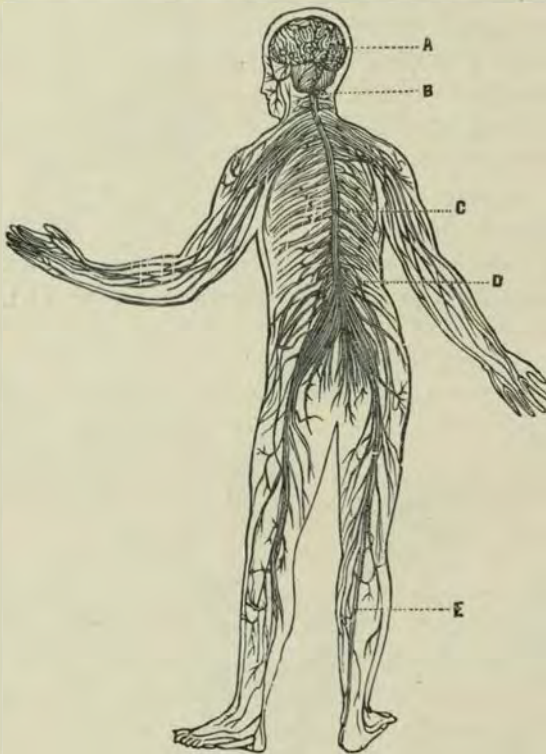
Mięśnie posiadają godną uwagi własność kurczenia się, to jest stawiania się krótszemi, ale za to grubszemi. Wskutek skur-

czenia się końce mięśni zbliżają się, a z nimi i kości, do których one należą. Rys. 13 przedstawia skurczenie się mięśnia, dzięki któremu możemy zgiąć przedramię.

Układ nerwowy. Wykazaliśmy, że w wykonaniu ruchu biorą udział kości, stawy i mięśnie. Nasuwa się teraz pytanie, co czyni ramię posłusznym naszej woli, co przynosi z naszej głowy, w której zrodziła się chęć podniesienia ramienia, rozkaz skurczenia się do mięśni. Tą wewnętrzną siłą w człowieku są nerwy, czyli jego układ nerwowy.

**Mózg i rdzeń p
cierzowy.**

Głównym ośrodkiem układu nerwowego jest mózg. Mózg wypełnia prawie całą obje-



Rys. 14.

tość czaszki. Jest to miękka, delikatna masa, zwierzchu szara, wewnątrz biała, na powierzchni bardzo pofałdowana. Ochronę mózgu stanowią 3 błony. Mózg składa się z mózgu właściwego (rysunek 14 A), mózdzku (B), który łączy się z rdzeniem pancerzowym. Rdzeń pancerzowy (C) stanowi jakby sznur, będący przedłużeniem mózgu i leżący wewnątrz kolumny pancerzowej.

Nerwy. Z obu stron mózgu i rdzenia pancerzowego rozchodzą się liczne, drobne również jakby sznureczki (D, E),

z których każdy rozgałęzia się na coraz to drobniejsze niteczki; są to nerwy.

Nerwy czuciowe i ruchowe. Wszystkie nerwy można podzielić na dwie wielkie grupy. Jedne rozchodzą się po skórze i służą do przenoszenia do mózgu wrażeń otrzymanych z zewnątrz; nazywają się one nerwami czucia. Pozostałe zaś, których ostatnie gałązki kończą się w mięśniach, i które służą do wywoływania ruchów mięśni, nazywamy nerwami ruchu. Podobnie jak drut telegraficzny jest przewodnikiem iskry z jednego końca do drugiego, tak nerwy odgrywają rolę przewodnika, służącego do przenoszenia podrażnień. Nerwy ruchowe przenoszą podrażnienia z mózgu do mięśni, nerwy czuciowe — w odwrotnym kierunku t. j. z zewnątrz do mózgu.

Że nerwy w rzeczywistości służą do wytworzenia czucia i ruchu, przekonywa nas ten prosty fakt, że wskutek przecięcia pewnych nerwów, czucie i ruch znikają w odpowiednich częściach ciała.

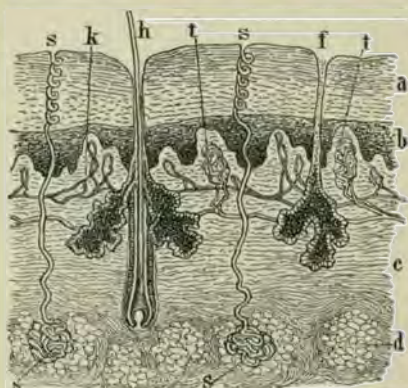
IV. Zdolność czucia.

Zdolnością czucia nazywamy możność przyjmowania wrażeń. Nie wszystkie części naszego ciała odznaczają się równym stopniem czucia; niektóre posiadają ją w najwyższym stopniu, inne zaś są zupełnie nieczułe. Te części ciała są najczulsze, w których mieszczą się obfite rozgałęzienia nerwowe; gdzie niema nerwów, brak tam też i czucia. Rozmaite zatem części naszego ciała winny swe czucie nerwom. Wszelkie wrażenia czuciowe zostają umiejscowione w mózgu, w tak zwanej materji szarej, okrywającej mózg, a nerwy czuciowe odgrywają rolę przewodników, przenoszących wrażenie do tej szarej materji.

Zmysły. Jak wiadomo, człowiekowi do odczucia i poznania wszystkiego, co go otacza, pomocne są zmysły: dotyku, rozpoznawania temperatury, wzroku, słuchu, smaku i węchu.

Zmysł dotyku; budowa skóry. Zmysł dotyku pozwala nam odczuwać wszelkie dotknięcia i oceniać postać przedmiotów dotykanych. Narządem dotyku jest nasza skóra. Skóra skła-

da się z dwóch warstw: spodnia (c) nosi nazwę skóry właściwej (rys. 15 przedstawia skórę w znacznym powiększeniu, a ta, która się znajduje na wierzchu, zowie się naskórką (a).



Rys. 15.

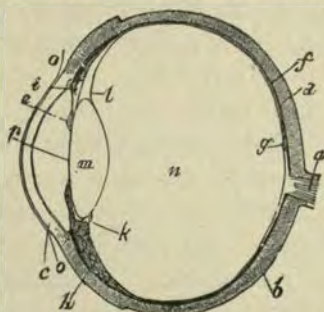
Między skórą a mięsem leży warstwa tłuszczowa (d). W skórze właściwej poczynają się woreczki potowe (s), kończące się otworkiem na powierzchni naskórka; w skórze też znajdują się korzenie włosów (h), woreczki (f) do przenikania tłuszczu we włosy i rurki krwionośne. Wreszcie po całej skórze są rozproszone liczne białe nitki nerwowe, z których każda kończy się pod naskórką małą brodaweczką (t). Gdy dotykamy czegokolwiek, brodaweczki w skórze naszej doznają podrażnienia, które przesyłają za pośrednictwem nitek nerwowych do naszego mózgu i oto czujemy dotknięcie. Im więcej w pewnej części ciała jest brodaweczek i nerwów czuciowych, tym delikatniejszym jest dotyk danej okolicy. Najlepsze czucie posiadamy w dłoni i na końcach palców.

Zmysł temperatury. Zmysł temperatury, t. j. zdolność oznaczania różnicy pomiędzy ciepłem naszego ciała, a ciepłem dotykanego przedmiotu, również ześrodkowuje się w skórze. Te same brodaweczki i nerwy czuciowe, ostrzegające nas, iż czegoś dotykamy się, dają nam jednocześnie znać, że dany przedmiot jest cieplejszy lub zimniejszy, aniżeli nasze ciało.

Zmysł wzroku. Gdy zmysły dotyku i temperatury pozwalają nam zapoznawać się z postacią i temperaturą przedmiotu, stykającego się z powierzchnią naszej skóry, zmysł wzroku daje nam możliwość spostrzegania ciał, znajdujących się w pewnym oddaleniu i rozróżniania ich barwy.

Budowa oka. Narządem wzrokowej wrażliwości jest oko. Gałka oczna (rys. 16) jest poniekąd podobna do jaja, do którego przyklejono biały sznurek. Sznurek ten to nerw

wzrokowy (a), przenoszący do mózgu wrażenia przez oko otrzymane. Gałka oczna jest okryta nieprzezrystą grubą białą oponą—białkówką (b) z wyjątkiem przedniej części przezrzystej rogówki (c). Za rogówką widać prążkowaną tęczówkę (e), barwy: burej, niebieskiej, zielonej albo czarnej. W środku tęczówki znajduje się mały okrągły otwór, źrenica (p) która się rozszerza przy słabym świetle, jak gdyby jej chodziło o zebranie możliwie największej ilości światła, a ścina się przy świetle mocnym, przepuszczając tylko niezbędną ilość światła. Tuż poza źrenicą znajduje się wypukła soczewka (m), ciało dosyć twarde i przezryste, jak najczystsze szkło. Zupełnie na tyle, w głębi znajduje się cieniutka blaszka z nitek nerwu wzrokowego, zwana siatkówką (f).

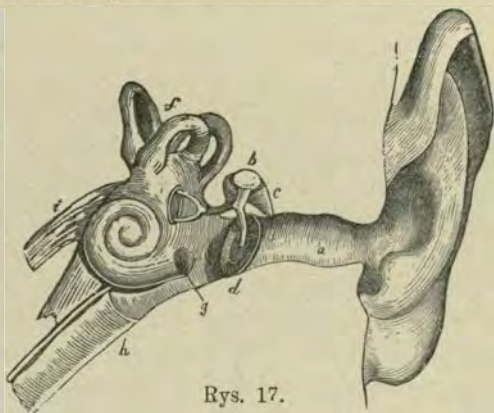


Rys. 16.

Objasnimy więc, w jaki sposób otrzymujemy wrażenia wzrokowe. Patrzymy np. na drzewo; światło słońca odbija się od drzewa i przez przezrystą rogówkę, potem przez źrenicę przechodzi w głąb oka, tam pada na siatkówkę, uraża nitki tego nerwu, urażenie to zostaje przeniesione do mózgu — i oto widzimy drzewo.

Zmysł słuchu. Zmysł słuchu pozwala nam wyczuwać dźwięk cz. głos.

Budowa ucha. Głos jest drganiem powietrza. Drganie powietrza zostaje pochwycone przez muszlę uszną (rys. 17), wpada do długiej nać rurki (a), przewodu słuchowego



Rys. 17.

i uderza w błonę bębenkową (d) zamykającą przewód uszny. Bębenek zostaje wprawiony w drganie, drganie to udziela

się 3 kosteczkom: młoteczkowi (b), kowadełku (c) i strzemienu (e). Strzemię przenosi dalej drganie na błonkę błędnika (f, g). Błędnik jest wypełniony cieczą, w której pływają nitki nerwu słuchowego (i). Drganie, które ze strzemia przeszło na błonę błędnika, udziela się cieczy i nitkom nerwu słuchowego, a to wrażenie nerwu usznego dochodzi do mózgu,— i oto słyszymy głos.

Zmysł smaku. Narządem smaku jest język. Na powierzchni języka znajduje się bardzo wiele brodawek, stanowiących zakończenie nitek nerwu smakowego. Każde podrażnienie brodawek udziela się tym nitkom, po nitkach przechodzi do mózgu,— i oto czujemy smak.

Zmysł powonienia. Narządem węchu są jamy nosowe. Są one wysłane delikatną błoną śluzową, w której kończą się nitki nerwu węchowego. Ciała pachnące, unoszące się w kształcie gazów podrażniają nitki nerwu węchowego i dzięki temu czujemy zapach.

Z W I E R Z Ę T A.

Konieczność klasyfikacji. Zapoznaliśmy się już w ogólnych zarysach z przejawami życia ludzkiego. Każdy z nas przyzna, że życie zwierząt ma wiele cech podobieństwa do życia ludzkiego, wiemy bowiem, że wszystkie nam znane zwierzęta oddychają, przyjmują pokarmy, trawią je i posiadają zdolność ruchu tak samo, jak człowiek. Gdyby jednak zapytano nas, jak np. ryby oddychają, jak węże trawią, dlaczego glisty ruszają się tak, a nie inaczej, trudno byłoby niejednemu odrazu dać jasną i dokładną odpowiedź. W świecie zwierzęcym mamy do czynienia z niezmierną ilością stworzeń, bardzo nieraz odmiennych. Gdyśmy raz określili przejawy życia ludzkiego, możemy twierdzić, że przejawy te są zupełnie jednakowe u wszystkich ludzi na kuli ziemskiej. Tej jednostajności bynajmniej nie widzimy u zwierząt; gdyśmy np. poznali budowę szkieletu konia, nie daje to nam jeszcze dostatecznych wiadomości o budowie szkieletu żaby i t. p.

By przeto zdać sobie sprawę z życia zwierząt, koniecznym jest połączyć w grupy lub klasy te zwierzęta, które są najbardziej między sobą podobne. Gdy dokonamy takiej klasyfikacji, łatwiej nam będzie opisać życie każdej grupy zwierząt i łatwiej będzie określić różnice, zachodzące w życiu rozmaitych grup.

Zwierzęta kręgowie i bezkręgowie. Przy przyglądaniu się budowie rozmaitych zwierząt, uderza nas przedewszystkiem to, że jedno z tych zwierząt (np. koń, kura, żaba, wąż, karp) posiadają

szkielet kostny, inne zaś, (np. ślimak, chrabąszcz, rak) szkieletu takiego nie mają. Odrazu przeto narzuca się nam łatwy podział wszystkich zwierząt na dwie wielkie grupy: mające i niemające kości, lub, jak to słuszniej określamy, kręgowce i bezkręgowce. Do odróżnienia zwierząt kręgowych od bezkręgowych służy jeszcze jedna bardzo ważna cecha, mianowicie, że tylko zwierzęta kręgowce mają krew czerwoną.

Podział kręgowych. Pomiędzy zwierzętami kręgowymi rozróżniamy 5 gromad: 1) ssące, 2) ptaki, 3) gady, 4) ziemnowodne i 5) ryby.

Podział bezkręgowych. Pomiędzy zwierzętami bezkręgowymi rozróżniamy 6 gromad: 1) mięczaki, 2) członkonogie, 3) robaki, 4) szkarłupnie, 5) jamochłonne i 6) pierwotniaki.

Przyjrzyjmy się każdej z tych gromad poszczególnie i zbadajmy, co różni ustrój i życie zwierząt, należących do pewnej gromady, od zwierząt innych gromad.

I. Zwierzęta kręgowce.

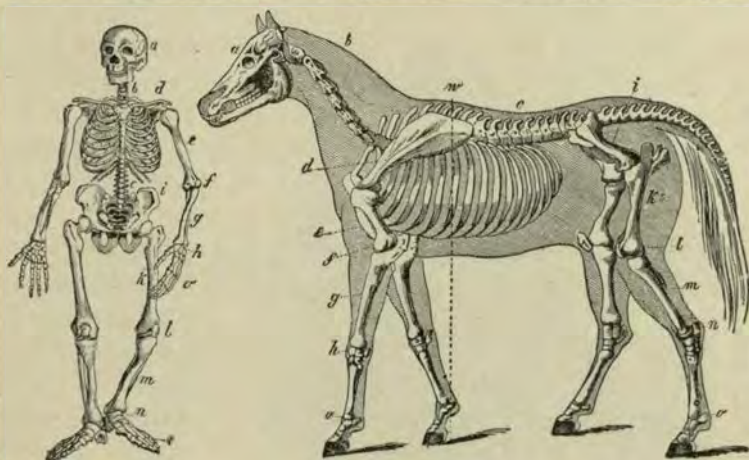
1. S S A C E.

Ogólne znamiona. Do gromady ssaków należą zwierzęta, których życie najwięcej jest zbliżone do życia człowieka. Narządy oddychania, krążenia krwi i ruchu, któreśmy spotkali u człowieka, znajdujemy także u zwierząt ssących. Zwierzęta ssące tym się różnią od innych, że karmią swe dzieci mlekiem. Ssaki są zwierzętami czworonożnymi (z wyjątkiem wielorybów), wszystkie bez wyjątku mają krew czerwoną i ciepłą i oddychają płucami. Mózg mają silnie rozwinięty. Przyrządy zmysłów doskonałe. Układ kostny tych zwierząt, w przeciwstawieniu do układu kostnego człowieka, przedstawia rys. 18.

Ze wszystkich zwierząt ssaki są bezwątpienia najważniejsze dla człowieka, gdyż odgrywają w jego życiu wielką rolę, jako najwierniejsi towarzysze lub najstraszniejsi wrogowie. Przyjrzyjmy się tedy trochę bacniej tej gromadzie zwierząt.

Podział gromady ssaków. Dla łatwiejszego ich rozpatrzenia, podzielmy je na pojedyncze gromadki — rzędy, pomieszczając w każdym rzędzie takie ssaki, które między sobą

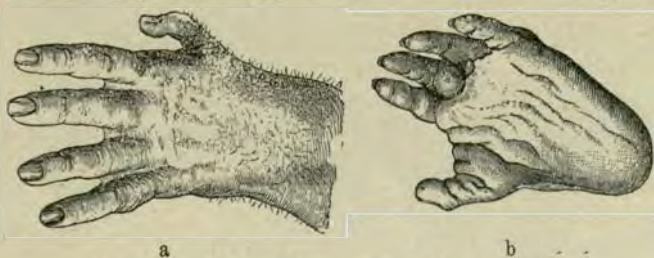
są bardziej zbliżone, niż do wszystkich ssaków pozostałych. Zazwyczaj dzielimy ssaki na 13 rzędów: 1) małpy, 2) latawce, 3) owadożerne, 4) drapieżne, 5) płetwonogie, 6) gryzonie, 7) bez-



Rys. 18. Szkielet człowieka i konia: *a* czaszka, *b c* kręgosłup, *d* łopatka, *e* ramię, *f* łokieć, *g* przedramię, *h* nadgarstek, *i* miednica, *k* udo, *l* kolano, *m* goleń, *n* stęp, *o* granica między śródrczem (lub śródnożem) a palcami, *w* kłąb (szczyt łopatki) do którego mierzy się wysokość.

zębne, 8) jednokopytowce, 9) wielokopytowce, 10) przeżuwacze, 11) torbacze, 12) wieloryby, i 13) ptako-ssaki.

Małpy. Małpy mają postać najbardziej zbliżoną do człowieka. Zęby zupełnie podobne do ludzkich. Oczy zwróco-



Rys. 19. Ręka (a) i noga (b) małpy (goryla).

ne ku przodowi. Uszy, zgrabnie zaokrąglone, nieobrośnięte włosem. Twarz, piersi i brzuch nagie, grzbiet zaś i nogi pokryte włosem. Nazywamy małpy czwororękami, tylne bowiem ich nogi mają pewne podobieństwo do rąk (rys. 19), dzięki ruch-

liwości dużego palca, mogą chwytać i obejmować różne przedmioty. Małpy żyją tylko w krajach gorących, a przewiezione



Rys. 20. Goryl.

do naszego klimatu łatwo chorują i prędko zdychają. Znamy dużo gatunków małp; gatunki te przede wszystkim różnią się rozmiarami a także tym, że jedne są bardziej podobne do człowieka, a inne mniej. Są małpy wzrostem większe od człowieka np. goryl (rys. 20), a są też i tak małe, że można je schować w kieszeń



Rys. 21. Nietoperz zw. gacek wielkouch.

zwane rękoskrzydłami, gdyż kości palców tych zwierząt są znacznie wydłużone i podtrzymują rozpiętą na nich błonę, dochodzącą do kończy dolnych i podobną do skrzydła. Błona ta, nadzwyczaj delikatna, służy zarazem za przyrząd bardzo czułego dotyku. Węch, smak i wzrok latawców wyborne. Krótkie palce dolnych kończyn są zaopatrzone w pazury, na których

Latawce. Latawce inaczej zwane gacek wielkouch.

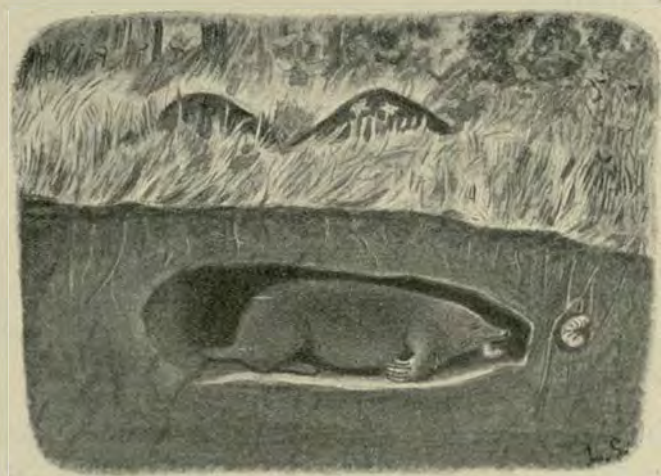
Latawce inaczej zwane gacek wielkouch.

zwierzątko czepia się i śpi za dnia głową na dół. Ciało pokryte miękkim futerkiem. Zęby bardzo ostre.

Z pośród kilku odmian latawców w kraju naszym przebywają nietoperze (rys. 21), zwane inaczej uszakami, mroczkami, gackami lub podkowcami. Nietoperze tępią owady, które ludziom wyrządzają szkody, zasługują zatem na ochronę.

Owadożerne. Owadożerne, jak nazwa wskazuje, żywią się wyłącznie owadami. Różnią się od nietoperzy przedewszystkim tym, że, nie mając skrzydeł, nie latają. Zęby owadożernych takie same, jak u nietoperzy; ostre zęby przednie, a kły i trzonowe opatrzone sączkami śpiczastymi. Nogi uzbrojone w pazury. Węch i słuch nadzwyczaj rozwinięte. Do tego rzędu należą dobrze nam znane zwierzątka: jeż i kret.

Kret (rys. 22) żyje pod ziemią i wybiera tam owady i inne szkodniki, jest zatem dla rolnika wielce pomocny.



Rys. 22. Kret.

W pogoni za zdobyczą kret kopie długie korytarze, okrążające jego mieszkania zbudowane wygodnie.

Jeż (rys. 23) odznacza się grzbietem, pokrytym kolcami, przebywa w gęstych zaroślach i żywi się wyłącznie pokarmem

zwierzęcym (żmije, owady, węże, myszy i t. p.). Całą zimę przesypia. Zwierzątko bardzo pożyteczne, łatwo się oswaja.



Rys. 23. Jeż.

Drapieżne. Drapieżne żywią się pokarmem zwierzęcym. Budowa ich silna. Zęby znakomicie rozwinięte. Pazury silne i ostre. Cały ten rząd zwierząt, z wyjątkiem psów i kotów i niektórych łasic, jest szkodliwy i wrogi dla człowieka. Zwierząt drapieżnych jest tak wiele, że dla łatwiejszego ich rozpoznania dzielimy je na 4 rodziny: koty, psy, łasice i niedźwiedzie.

Na czele rodziny kotów stoją dobrze nam znane koty domowe. Dalej do tej rodziny należą pantery (rys. 24), tygrysy, jaguary, lwy, żbiki, rysie i wiele innych; wszystkie te zwierzęta, bardzo drapieżne i w najwyższym stopniu szkodliwe, z wyjątkiem kotów domowych, rysiów i żbików, nie mieszkają w naszym kraju, ojczyzną ich są strefy gorące.

Na czele rodziny psów stoją psy, dobrze nam znane w wielu odmianach. Dalej należą tutaj lisy (rys. 25), których nie brak w naszym kraju, i wilki, których u nas coraz mniej, i inne.

Rodzina łasic składa się ze zwierząt małych, mających ciało wydłużone, nogi krótkie i długi ogon puszysty. Należy tutaj kuna i tchórz, bardzo u nas pospolite a szkodliwe stworzenia, dalej łasica (rys. 26), bardzo pożyteczna jako tępicielka myszy, szczurów i chomików, wydra, żyjąca w wodzie i karmiąca się rybami, wreszcie borsuk i gronostaj.



Rys. 24. Pantera centkowana.



Rys. 25. Lisy.

Niedźwiedzie: największe zwierzęta drapieżne Europy, są bardziej rozpowszechnione w Azji i Ameryce. U nas można



Rys. 26. Łasica.

spotkać niedźwiedzie brunatne (rys. 27) na Litwie i w Karpatach. Na dalekiej północy, w okolicach podbiegunowych żyje niedźwiedź biały (rys. 28).

Płetwonogie. Płetwonogie: foka (rys. 29) i mors żyją wyłącznie w morzach północnych. Nogi tych zwierząt tworzą rodzaj wiosła do pływania, skóra skąpc porośnięta włossem.



Rys. 27. Niedźwiedź brunatny.

Gryzące. Rząd gryzących obejmuje zwierzęta ssące pazurówate, których paszcza jest uzbrojona silnymi zębami przednimi i trzonowymi, nie posiada jednak kłów. Zęby te (rys. 30) są tak ukształtowane, że gryzą najtwardsze ciała roślinne, jakoto korę i korzenie. Zęby przednie rosną ciągle. Wszystkie zwierzęta, na-



Rys. 28. Niedźwiedź biały.



Rys. 29. Foki.

leżące do tego rzędu, są wielkimi szkodnikami. Dostyc wymie-
nić najważniejsze, a dobrze nam znane zwierzęta: myszy, szczu-
ry, chomiki, króliki, zające, wie-
wiórki (rys. 31) i żyjące w Ta-
trach świstaki (rys. 32).



Rys. 30. Czaszka świstaka.



Rys. 31. Wiewiórka.

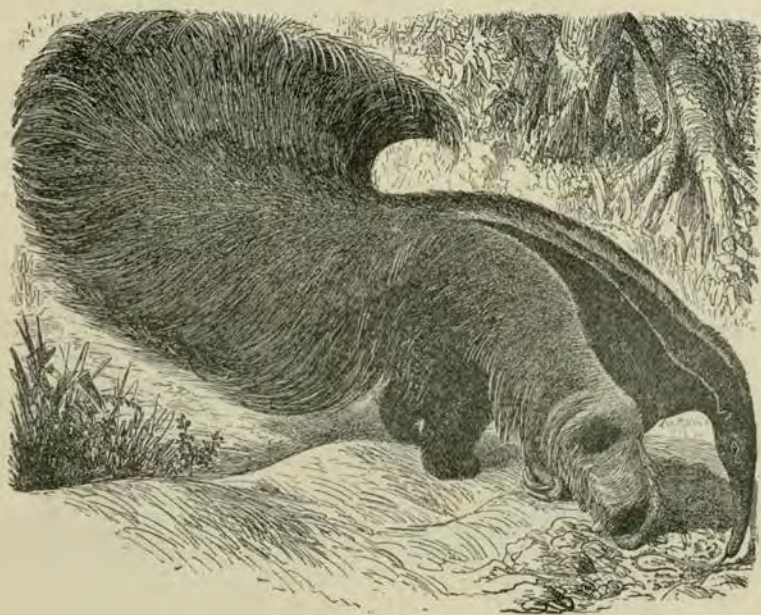


Rys. 32. Świstaki.

Bezzębne. Bezzębne: leniwiec, pancernik (rys. 33), mrów-
kojad (rys. 34), żyją wyłącznie w krajach gorących (Ameryka)
i żywią się miękkimi owadami lub liśćmi.



Rys. 33. Pancernik.



Rys. 34. Mrówkojad.

Jednokopytowe. Do rzędu jednokopytowców należą zwierzęta dobrze nam znane i bardzo użyteczne, mianowicie:



Rys. 35. Zebra.

koń, osieł, muł, a także zebra (rys. 35), i kwagga (rodzaj konia, żyjącego w Afryce). Ich wyróżniającym znamię są nogi, posiadające po jednym palcu u stopy, którego paznokieć ma postać kopyta (rys. 36); wskutek tego no-



Rys. 36. Stopa konia.

gi nie służą do chwytania, lecz do podpierania ciała i do chodu. Prząd trawienia ukształtowany podobnie, jak u człowieka. Skóra dosyć gruba.

Wielokopytowiec. Wielokopytowiec mają więcej niż dwa palce na każdej nodze: palce te są uzbrojone kopytami. Należy



Rys. 37. Nosorożec.

tutaj tak ważna w gospodarstwie świnia, dalej świnia dzika zw. dzikiem i wreszcie żyjące w krajach gorących słonie (rys. 38), nosorożce (rys. 37), hipopotamy i tapiry.



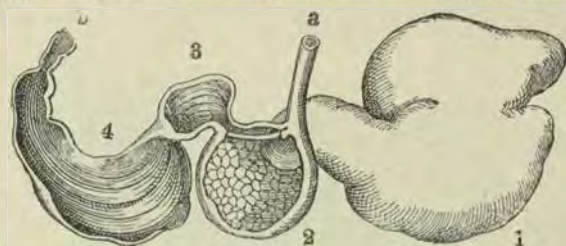
Rys. 38. Słoń indyjski.

Przeżuwające. Przeżuwające odznaczają się tym, że mają stopy o kopytach parzystych (rys. 39), kłów nie posiadają, a siekacze tylko w dolnej szczęce, trzonowe zaś z szeroką koroną; najważniejszą zaś ich cechą jest to, że przeżuwają powtórnie pokarm połknięty. Żołądek zwierząt przeżuwających (rys. 40) składa się z następujących części: 1) z torby (1), w której pokarm nie pogryziony mięknie przez czas pewien, 2) z czepca (2), gdzie pokarm urabia się w gałkę, następnie przez przelyk (a) wraca do paszczy, zostaje ponownie przeżuty



Rys. 39. Stopa krowy.

i idzie do oddziału, zwanego księgami (3), gdyż kształtem swym przypomina księgę z założonemi kartkami. Wreszcie po-



Rys. 40. Żołądek zwierząt przeżuwających.

karm dostaje się do trawieńca (4), w którym sok żołądkowy przetrawia przeżutą trawę, a stąd do jelit (b).

Zwierzęta, należące do rzędu przeżuwających, są rozpowszechnione we wszystkich krajach (z wyjątkiem okolic podbiegunowych), żyją zazwyczaj stadami i są dla ludzi wielce użyteczne, dostarczając im pokarmów i siły pociągowej. Zazwyczaj dzielimy przeżuwacze na pustorogie, pełnorigie i bezrogie.

Do pustorogich należą dobrze nam znane krowy, owce



Rys. 41. Żubr.

i kozy, dalej żubry (rys. 41), żyjące w niewielkiej ilości na Litwie w Białowiejskiej puszczy, dzikie bawoły i wreszcie kozice, często spotykane w górach Europy, a zatym i w naszych Tatrach.



Rys. 42, Sarny.



Rys. 43, Renifery.

Do pełnorogich należą sarny (rys. 42), jelenie, łosie (u nas tylko na Litwie), i renifery (rys. 43) (tylko w krajach północnych). Rogi pełnorogich są zawsze gałęziste i co rok odpadają.

Do bezrogich należą wielbłądy azjatyckie i afrykańskie (rys. 44) i lamy amerykańskie, używane do jazdy i przenoszenia ciężarów.



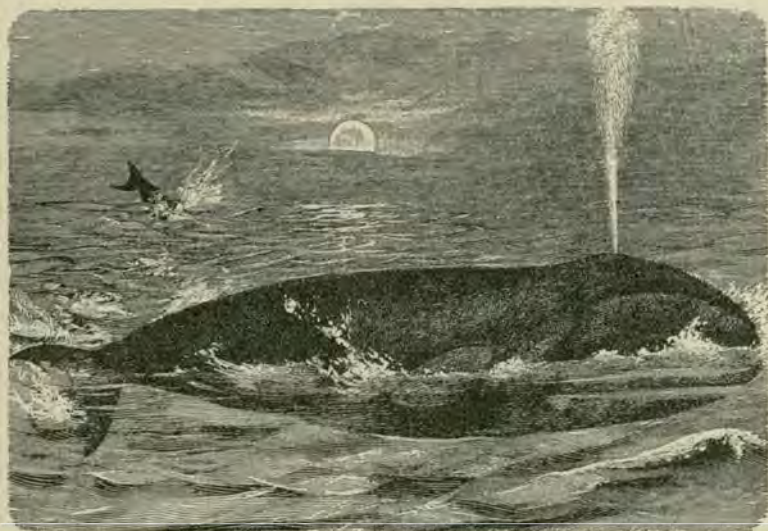
Rys. 44. Wielbłąd afrykański.

Torbacze. Torbacze otrzymały swą nazwę od worka, jakby kieszeni skórnej, którą te zwierzęta mają na brzuchu i w którą chowają swe dzieci. Należą tutaj kangury australijskie (rys. 45) i oposy amerykańskie.

Wieloryby. Wieloryby, jakkolwiek mają wygląd ryb, w rzeczywistości jednak nie mogą być do ryb zaliczone, gdyż posiadają krew ciepłą, oddychają płucami i karmią swe młode mlekiem. Rys. 46 przedstawia to ogromne stworzenie, które dochodzi nieraz do dług. 30 metr. Wieloryby żyją w morzach północnych.



Rys. 45. Kangury australijskie.



Rys. 46. Wieloryb grenlandzki.

Ptakossaki. Ptakossaki są to stworzenia czworonożne, pokryte włosem lub kolcami i podobne z budowy wewnętrznej,



Rys. 47. Dziobak.

układu kości i wewnętrzności — do ptaków. Samice znoszą jajka, lecz karmią młode swym mlekiem. Podobnie jak wieloryby stanowią niejako przejście od ssaków do ryb, ptakossaki stanowią przejście od zwierząt ssących do ptaków. Do ptakossaków należą dziobaki (rys. 47) i kolczatki. Zwierzęta te żyją wyłącznie w Australji.

2. P T A K I.

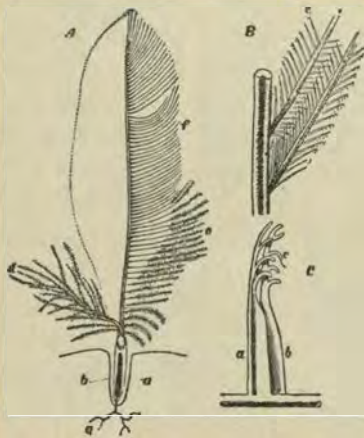
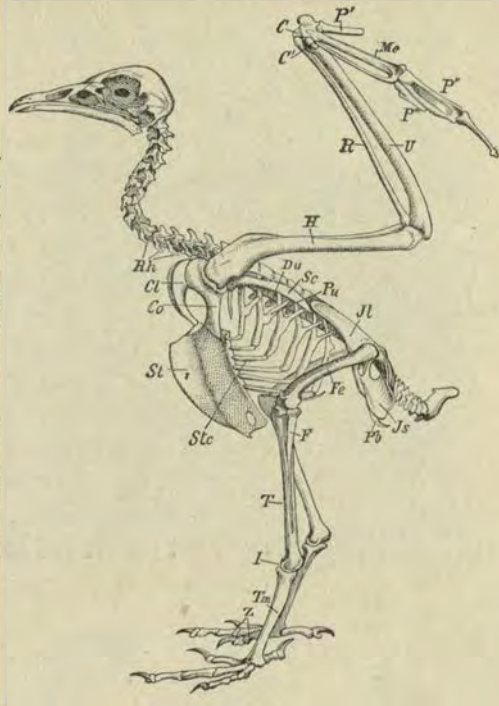
Znamiona ogólne. Ptakami nazywamy zwierzęta kręgowce, które: 1) wykluwają się z jajka; 2) posiadają, podobnie jak człowiek i zwierzęta ssące, podwójne i zupełne krążenie krwi ciepłej; 3) mają kości (patrz rys. 48 przedstawiający szkielet ptaka) lekkie, wypełnione wewnątrz powietrzem; 4) wdychają powietrze nie tylko do płuc, ale też i do worków powietrznych, znajdujących się obok płuc; 5) zamiast przednich kończyn mają skrzydła i 6) są pokryte piórami (patrz rys. 49).

Postać ptaków mało przedstawia różności. Na głowie dwie wydłużone szczęki bezzębne, pokryte rogową pochwą, stanowią dziób, w którego górnej części mieszczą się 2 małe otwory — nozdrza. Oczy, prócz zwykłych powiek, posiadają jeszcze trzecią, białawą, umieszczoną w kątach i służącą do chronienia wzroku od światła zbyt silnego. Uszy, pozbawione muszli, mają tylko postać otworów usznych.

Przyrząd trawienia u ptaków (rys. 50) jest zupełnie odmiennie zbudowany, niż u zwierząt ssących. Poniżej przełyku (a) mieści się rozszerzenie (k), zwane wolem, w którym sztytko pochłonięte ziarna zostają przez czas pewien przechowywane (ptaki mięsożerne nie mają wola). Dalej gardziel znowu się

Rys. 48. Szkielet ptaka.

Rh – żebra szyjowe, *Du* – wyrostki kręgów grzbietych, *Cl* – obojczyk, *Co* – kość krucza, *Sc* – łopatka, *St* – mostek, *Stc* – dolne części żeber, *Pu* – wyrostki skośne żeber, *H* – kość biodrowa, *Js* – kość kulszowa, *Pb* – kość łonowa, *H* – ramię, *R* – kość promieniowa, *U* – kość łokciowa, *C*, *C'* – napięstek, *Me* – śródreżce, *P'* *P''* *P'''* – palce, *Fe* – udo, *T* – piszczel, *F* – strzałka, *Tm* – skok, *J* – przegub, *Z* – palce nóg.



Rys. 49. Budowa pióra (schematycznie).

A – pióro, osadzone w skórze: *a* – naczynia krwionośne, odżywiający pióro, *b* – torebka pióra, *d* – piórko dodatkowe, *f* – promienie chorągiewki bez promyków, *e* – promienie z promykami.

B – część pióra, powiększona w stosunku do *A*, dla pokazania haczyków (*c*) na promykach.

C – część promienia z promykami (*a*, *b*), jeszcze bardziej powiększona dla wyraźniejszego pokazania haczyków (*c*).

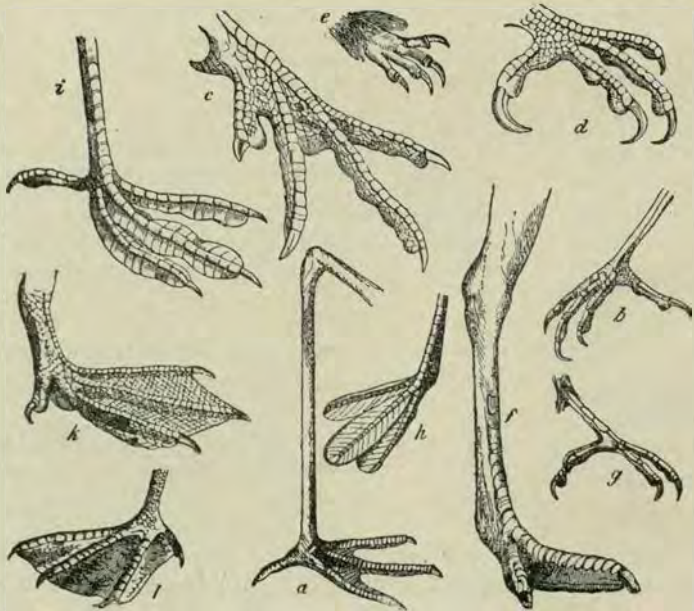
rozszerza i tworzy żołądek gruczołowy (*b*), w którym sok żołądkowy rozmiękcza pokarm. Pod żołądkiem gruczołowym znajduje się żołądek mięśniowy (*c*) o ściankach grubych i twardych,



Rys. 50. Narząd trawienia u ptaków.

ma on za zadanie rozcieranie twardych pokarmów na miękką masę. Dalszemi częściami są: jelita (d, e, f, g, h) i wątroba (i).

Podział ptaków. Ptaki dzielimy na 7 rzędów, które szczególnie łatwo odróżnić według budowy nóg (rys. 51): 1) u pływających palce są połączone błonami i stanowią rodzaj wiosła (k, l, h, i); 2) u brodzących po błotach i wodach w poszukiwaniu za zdobyczą nogi są długie, jakoby szczydła (a); 3) u biegających nogi ukształtowane do biegania (f); 4) u grzebiących nogi ukształcone do grzebania (c); 5) u łążących nogi przystosowane do łążenia po drzewach (g); 6) u wróblowatych zręczne, delikatne nóżki, nie obciążające lotu (b, e); 7) u drapieżnych nogi silnie zbudowane, uzbrojone szponami (d).



Rys. 51. Nogi różnych ptaków.

Pływające. Do rzędu pływających należą dobrze nam znane: gęsi i kaczki dzikie, łabędzie, mewy, rybołówki i nury. Wszystkie są pożyteczne, dostarczają nam piór, puchu i mięsa.

Brodzące. Ptaki brodzące czyli błotne zlatują z krajów południowych do naszego kraju z początkiem wiosny. Prócz wysokich nóg znamionuje je również dziób długi a cienki, osadzony na giętkiej szyi. Do rzędu tego należą bociany, czaple (rys. 52), żórawie, czajki, beka-sy (do których należą słomki, kszyki, dubelty i kszyczki), chróściele lub derkacze i łyski.

Biegające. Biegające: struś (rys. 53), i kazuar przebywają wyłącznie w krajach gorących.

Grzebiące. Do grzebiących zaliczamy najważniejsze ptaki domowe i najbardziej znane gatunki zwierzyny. Zazwyczaj dzielimy ten rząd na 2 grupy: 1) go-



Rys. 52. Czapla.



Rys. 53. Struś afrykański.

łębi: a więc gołębi domowych, synogarlic i przelotnych: grzywaczy, siniaków i turkawek i 2) krzyżujących, do których zaliczamy cietrzewie, kuropatwy (rys. 54), bażanty, przepiórki, indyki i kury.



Rys. 54. Kuropatwy i przepiórki.

Łażące. Z pośród łażących należy wymienić: 1) papugi, żyjące głównie w krajach gorących, a u nas tylko w klatkach chodowane; 2) kukułki (rys. 55), pozerające ogromne masy gąsienic, a więc nieocenione dla rolnika



Rys. 55. Kukułka.

i 3) dzięcioły (rys. 56), pozerające również wielkie ilości szkodników, a przede wszystkim gąsienice kornika, które ryją pod korą drzew długie chodniki i niszczą w ten sposób lasy.

Wróblowate. Najobszerniejszą ze wszystkich rodziny wróblowatych dzielimy na 4 grupy, w zależności od kształtu ich dziobów: 1) stózkodziobe, do których należą wróble, trznadle, gile, zięby (rys. 57),



|| Rys. 56. Dzięcioły, na prawo kukułko.

makolągwy, skowronki, gawrony i t. d.; wszystkie te ptaki niszczeniem owadów sownie wynagradzają drobne szkody zrządzone w polu i ogrodach. 2) wciętoziobe—drozdy, kwiczoły, kosy, słowiki, pliszki, sikory (rys. 58), zięby, szpaki i kruki, wszystkie bardzo pożyteczne. 3) rurkodziobe—kolibry (rys. 59), zamieszkujące Amerykę południową, i dosyć rzadkie, a bardzo piękne u nas czubate dudki.



Rys. 57. Zięby.

4) chwytodziobe — jaskółki (rys. 60), jeżyki, zimorodki i kozodoje czyli lelki (te ostatnie są to ptaki nocne) — karmią się

owadami, które zazwyczaj chwytają w lot. Wszystkie są pożyteczne.

Drapieżne. Drapieżne karmią się żywo upolowaną zdobyczą, składającą się ze zwierząt kręgowych lub owadów, albo poprzestają na padlinie. Do szkodliwych należy zaliczyć: rzadko u nas widywane

sępy, orły (rys. 61), jastrzębie, kanie, krogulce, wędrowne sokoły, błotniaki i puhacze (rys. 62). Z pomiędzy ptaków drapieżnych pożytecznych wymieńmy myszołowy i sowy, tępiące myszy w znacznych ilościach.

Z powyższego przeglądu widocznym jest, że większość naszych ptaków powinniśmy uważać za swych przyjaciół, a zatem oszczędzać je i ochraniać. Niektóre tylko są prawdziwymi szkodnikami jak np. wielkie ptaki drapieżne, a także

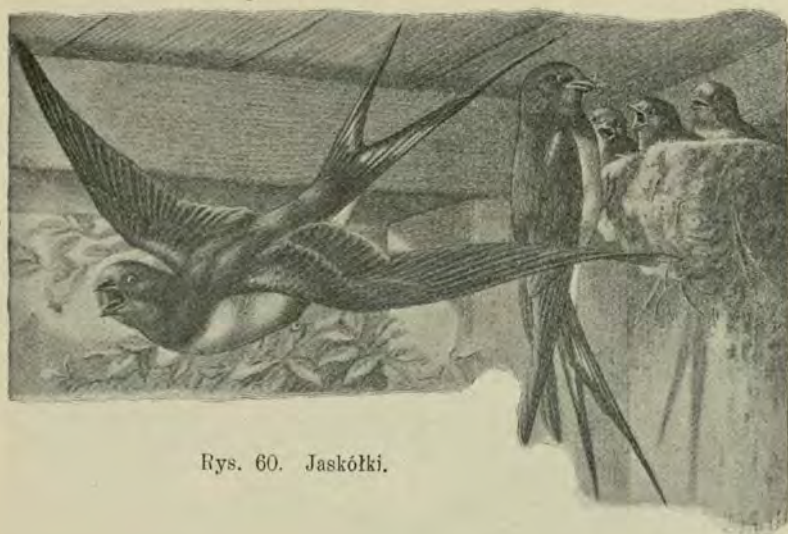
błotne lub wodne, żywiące się rybami.



Rys. 58. Sikory.



Rys. 59. Kolibry.



Rys. 60. Jaskółki.



Rys. 61. Orzeł.



Rys. 62. Puhacz.

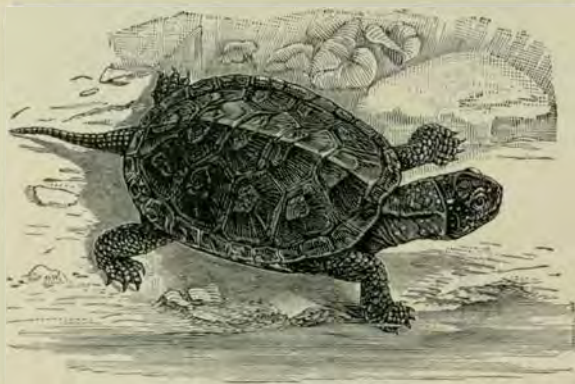
3. G A D Y.

Ogólne znamiona. Gromada gadów obejmuje zwierzęta kręgowce o krwi czerwonej zimnej, oddychające płucami, o skórze pokrytej rogowymi łuskami lub tarczami. Krążenie krwi u gadów jest podwójne, ale niezupełne, gdyż krew żylna miesza się z krwią tętniczną, nie przeszedszy narządów oddychania. Ogólną postać gady zbliżają się więcej do zwierząt ssących, aniżeli do ptaków; równocześnie jednak niektóre znamiona ich są podobne, jak u ptaków, a mianowicie: znoszenie jaj, budowa uszów bez muszli usznej i t. p.

Podział gadów. Gromadę gadów dzielimy na 4 rzędy:

1) żółwie, 2) jaszczurki, 3) krokodyl i 4) węże.

Żółwie. Żółwie (rys. 63) mają tułów gruby, okryty rodzajem mocnej tarczy rogowej, głowę umieszczoną na dosyć ruchliwej szyi, łapy niezgrabne. Żółwie, przebywające w naszym



Rys. 63. Żółw.



Rys. 64. Jaszczurki.

kraju w błotnistych jego okolicach, są to małe zwierzątka, mające najwyżej 30 centymetrów długości. W krajach gorących żyją żółwie, ważące do 500 kilogramów. Jeden gatunek tych żółwi poławia się dla ich cennej skóry, zwanej szyldkretową.

Jaszczurki. Jaszczurki, drobne niewinne zwierzątka (rys. 64) mają ciało wydłużone, okryte łuskami,

w oczach 3 ruchliwe powieki, język na końcu rozwidlony. W krajach ciepłych przebywa wiele rozmaitych gatunków jaszczurek, u nas tylko jaszczurka zwinka, jaszczurka zielona (tylko na Podolu) i padalec. Padalec jest zupełnie podobny do węże; ponieważ jednak nie może dowolnie rozszerzać paszczy, jak węże, i ma powieki ruchome, zaliczamy go do jaszczurek.

Krokodyle. Krokodyle, ogromne jaszczury, dosięgające



Rys. 65. Krokodyle.

8 metrów długości; żyją w Afryce, Azji i Ameryce, żywią się mięsem i są stworzeniami prawdziwie strasznymi dla ludzi (rys. 65).

Węże. Węże nie mają nóg i poruszają się, wyginając swe długie giętkie ciało na bok i po-

tym nagle je prostując. Giętkość ich ciała zależy od wielkiej liczby (dochodzącej do 400) kręgów. Powieki nie ruchome, co



Rys. 66. Żmija.



Rys. 67. Wąż wodny zw. zaskrońcem.

nadaje oczom wyraz przerażający zwierzęta a nawet ludzi. Ciało rozmaitej długości (dosięgającej nieraz 10 metrów) pokryte delikatnymi łuskami; naskórek parę razy na rok odpada. Paszcza bardzo rozciągliwa. Szczęki uzębione. Język długi, wysuwalny, na końcu rozdwojony jest organem dotyku, a nie smaku. W krajach gorących przebywa wiele węży ogromnych (pyton, boa) i jadowitych (grzechotnik i okularnik). U nas żyją trzy gatunki: żmija (rys. 66), wąż wodny inaczej zw. zaskrońcem (rys. 67)

i miedzianka. Dwa ostatnie gatunki są nieszkodliwe; łatwo je odróżnić od żmii z kształtu głowy: głowa wężyw nieszkodliwych zaledwie odróżnia się od szyi, głowa żmii wyraźnie odcina się od szyi.

4. ZIEMNOWODNE.

Ogólne znamiona. Ziemnowodne posiadają krew zimną i skórę całkiem nagą, oślizłą, za młodu oddychają skrzelami, podobnie jak ryby, a w późniejszym okresie płucami. Krążenie krwi, tak samo jak u gadów, podwójne, ale niepełne. Ziemnowodne rodzą się z jajka i po wyjściu zeń ulegają ważnym przemianom, przeobrażają się. Rys. 68 przedstawia przeobrażenia

żaby: żaba po opuszczeniu jajka (1) oddycha skrzelami, bardzo podobna do małej rybki (2), nosi nazwę kijanki; stopniowo rozwijają się płuca (2 i 3), a skrzela zanikają, i jednocześnie tworzą się nogi (4 i 5); w końcowych przeobrażeniach, odpada



Rys. 68. Żaba i jej przemiany.

ogon (6), żaba oddycha już wyłącznie płucami i staje się zupełnie wykształconym zwierzęciem (7). Do ziemnowodnych zaliczamy żaby, ropuchy i traszki.

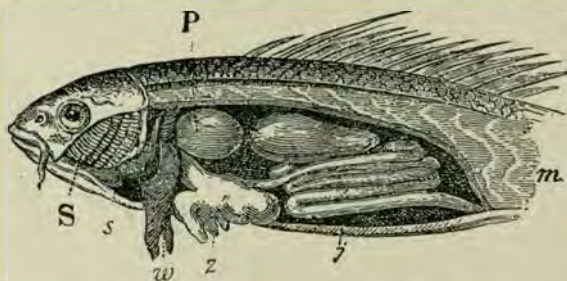
Żaby. Żaby posiadają zęby w górnej szczęce i język z przodu przyrośnięty, a z tyłu wolny, oddychają nietylko płucami, ale też i zapomocą miękkiej nagiej skóry.

Ropuchy. Ropuchy są podobne do żab, różnią się jednak tym, że rozmiary ich są większe i że nie mają one zębów. Ropuchy żywią się robakami, owadami i t. p. szkodnikami; są zatem bardzo pożyteczne dla rolników.

Traszki. Traszki żyją w stawach i sadzawkach, z kształtu ciała są wielce podobne do jaszczurek, różnią się jednak tym, że mają ogon spłaszczony, służący im do pływania.

5. R Y B Y.

Ogólne znamiona. R y b y, stanowiące najwyższą gromadę zwierząt kręgowych, rodzą się z jajka, których połączenie w masę nazywamy ikrą; żyją wyłącznie w wodzie i posiadają krew zimną. Podobnie jak ziemnowodne tylko za młodu, tak ryby przez całe życie płuc nie mają i oddychają skrzelami, które, różniąc się położeniem i budową, spełniają to samo zadanie, co i płuca, t. j. dostarczają powietrze (tlen) rozpuszczone w wodzie i usuwają z krwi CO_2 . Skrzela (rys. 69 S) mieszczą się pod ruchliwym wieczkiem, znajdującym się po obu stronach



Rys. 69. Narząd oddychania i trywienia ryby.

głowy rybiej, i zazwyczaj mają postać czerwonych prążków, ułożonych łukowato. Serce ryb (s) jest złożone z jednej komory i jednego przedsionku, to też krążenie krwi jest tylko pojedyncze. Za sercem leży wątroba (w), żołądek (z), i jelita (j), a nad nimi pęcherz pławny (P), dopomagający do wypływania na powierzchnię wody i do opadania na dno. Szkielet kostny lub chrząstkowy. Szyi właściwej niema, głowa siedzi wprost na kadłubie. Przód ciała sztywny, a tył (m) giętki, co znakomicie ułatwia pływanie. Kończyny w postaci płetw, utworzone z fałd skóry. Skóra okryta łuskami najrozmaitszej twardości i postaci. Oczy bez ruchomych powiek, wzrok wysmienity. Nozdrza parzyste; węch wyczulony. Ucha zewnętrznego niema, słuch jednak dosyć dobry.

Podział ryb. Ryby można podzielić na 2 wielkie grupy zależnie od natury ich szkieletu: 1) ryby ze szkieletem chrząstkowym i 2) ryby ze szkieletem kostnym. Do pierwszej grupy zaliczamy żarłaczce cz. lodojady (rys. 70), ogromne ryby (do 10 metrów długości), przebywające wyłącznie w morzach, dalej minogi, podobne z postaci do wężów, i jesiotry,

dosyć rozpowszechnione w wodach rosyjskich. Druga grupa, znacznie dla nas ważniejsza, składa się z tak wielu przedstawicieli, że musimy ją podzielić znów na 2 rzędy: a) ryby kościste z płetwami twardymi i b) ryby

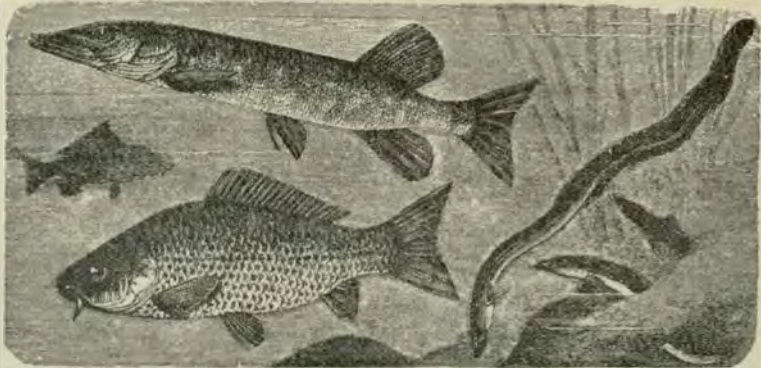


Rys. 70. Żarłacz zw. ludojadem.

kościaste z płetwami miękkimi. Zpośród ryb z płetwami twardymi lub tak zw. cierniopłetwych, wyliczmy słodkowodne: okunie, sandacze (rys. 71), jazgarze i morskie: makrele i tuńczyki. Do miękkopłetwych nale-



Rys. 71. Sandacz (u góry), okuń (u dołu).



Rys. 72. Ryby miękkopłetwe słodkowodne: u góry szczupak, pod nim karp, z boku węgorz.

ży większość najbardziej znanych ryb słodkowodnych oraz od-
wiedzających słodkie wody (rys. 72): karpie, piskorze, sumy,
szczupaki, miętusy, węgorze, śledzie i t. d.

Ogólna charaktery-
styka kregowców. Gdy przyjrzelśmy się już poszczególnym
gromadom i rzędom zwierząt kregowych, mo-
żemy wyliczyć znamiona wszystkim im wspólne. Kregowce
są budowy bocznie symetrycznej t.j. z prawej i lewej
strony są jednakowo zbudowane. Mają szkielet, któ-
rego najbardziej istotnymi częściami są czaszka
i kręgosłup. Mięśnie zewnątrz szkieletu. Mózg ob-
jęty czaszką, rdzeń pacierzowy ukryty w kręgosłu-
pie. Przewód pokarmowy złożony z przełyku, żo-
łądka i jelit. Krew czerwona. Do oddychania służą
płuca lub skrzela. Zmysły dobrze rozwinięte.

II. Zwierzęta bezkregowe.

1. MIĘCZAKI.

Ogólne znamiona. Mięczaki mają ciało bocznie symetrycz-
ne, miękkie, na grzbiecie pofałdowane w tak zwany płaszcz.

Płaszcz wydziela z siebie drobne części węglanu wapna, z którego tworzy się skorupa. Płaszcz ten zarazem otula wnętrzności: całkowity przyrząd do trawienia i serce. Oddychanie przez skrzela lub płucami. Na stronie brzusznej znajduje się mięsisty wyrostek do pełzania, zwany nogą.

Podział mięczaków. Mięczaki dzielimy na 2 rzędy: na ślimaki ze skorupą pojedynczą i małże ze skorupą złożoną z dwóch części. Ślimaki (rys. 73) posiadają wyraźną głowę, której



Rys. 73. Ślimak winniczek. Rys. 74. Skójka albo szezējuja (skorupa).

brak u małżów. Ślimaki żyjące w wodzie oddychają skrzelami, lądowe mają pewnego rodzaju płuca. Małże, z pośród których u nas rozpowszechniona jest skójka albo szezējuja (rys. 74), żyją zazwyczaj towarzysko.

2. CZŁONKONOGIE.

Ogólne znamiona. Członkonogie mają ciało bocznie symetryczne, okryte tęgą skorupą, będącą zewnętrznym szkieletem. Szkielet ten jest utworzony z pierścieniowatych tarcz, pod którymi znajdują się mięśnie do poruszania członkami. Nogi członkowane w liczbie najmniej 3 ch par. Krew zimna. Serce leży od strony grzbietu; pod sercem przewód pokarmowy, a pod przewodem układ nerwowy wzdłuż strony brzusznej.

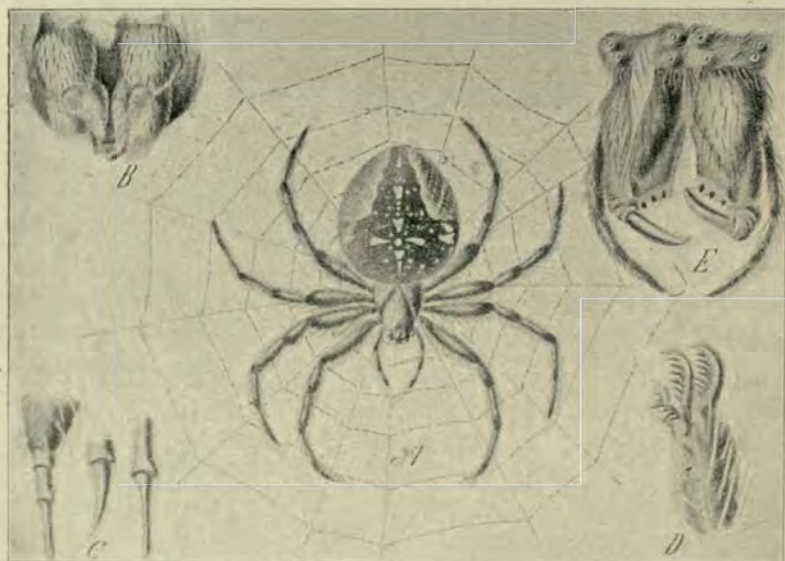
Podział członkownic.

Dzielimy członkonogie na 4 rzędy: skorupiaki, pająki, wiję i owady.

Skorupiaki. Skorupiaki zawdzięczają swą nazwę twardej wapiennej skorupie okrywającej ich ciało. Głowa zazwyczaj zrosła z tułowiem w jedną całość. Na głowie pyszczek i wąsiki, tak zwane czułki, które stanowią narząd czulego dotyku.

Nogi na tułogłowie służą do chodu i chwytania zdobyczy, nogi na tylnej części ciała służą do noszenia dzieci. Oddychanie skrzelami, umieszczonymi u nasady nóg chodowych. Tylna część ciała zwana odwłokiem, składa się z pierścieni stawowato połączonych. Skorupiaki rozwijają się bez przeobrażeń. Do skorupiaków należą: raki rzeczne, raki morskie, zwane homarami, stonogi, dosyć często spotykane w naszych mieszkaniach i wreszcie pasorzytniczo żyjące na rybach brzuchatki i jesiotrzeńce.

Pająki. Pająki (rys. 75) posiadają, podobnie jak skorupiaki, ciało złożone z 2-ch części: tułogłowia i odwłoka. Na głowie brak czułków. Nóg 8. Oddychanie nie skrzelami, lecz tak zwanymi dychawkami: na bokach ciała pajaków znaj-



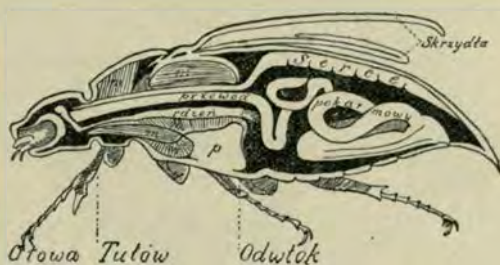
Rys. 75. (A) pająk krzyżak, (B) gruczoły przedne, (C) rurki przedne, (D) noga, (E) głowa.

dują się drobne dziurki, od których rozchodzą się po całym ciele malutkie rurki—dychawki, doprowadzające powietrze. Prawie wszystkie pająki posiadają gruczoły przedne opatrzone rurkami, wydzielającymi lepłą ciecz, która na powietrzu tężeje jako nitka pajęczna.

Wije. Wije mają ciało podługowate, złożone z głowy i odcinającego się od głowy tułowia; tułów jest zrośnięty z odwłokiem w jedną całość, składającą się z wielu podobnych do siebie pierścieni. Na każdym pierścieniu mieszczą się jedna lub dwie pary nóg. Na głowie para oczu, pyszczek i para czułek. Oddychanie dychawkami. Do wijów należą krocionogi, drewniaki i zieminki.

Owady. Owady mają ciało rozczłonkowane na: głowę, tułów i odwłok. Na głowie znajdują się oczy, otwór ustny, zastosowany do gryzienia lub ssania, i czułki. Tułów składa się z 3-ch części, z których każda jest opatrzona parą nóg.

Rys. 76 przedstawia układ i budowę wewnętrzności u chrabąszcza i daje nam wyobrażenie o budowie wszystkich owadów: m) mięśnie, (p) pancerz obiegający w koło ciało.



Rys. 76. Układ i budowa wewnętrzności chrabąszcza.

Owady oddychają dychawkami; po wyjściu z jaja zazwyczaj podlegają przeobrażeniom. Przeobrażenia te polegają na tym, że: 1) z jaja rozwija się gąsienica, pospolicie zwana pędrakiem; 2) gąsienica zamienia się na nie jedzącą, na pozór martwą, poczwarkę i 3) z tej postaci wytwarza się owad doskonały (patrz rys. 76 przemiany chrabąszcza).

Znamy około 200 tysięcy najrozmaitszych gatunków owadów. Wiele pomiędzy nimi spotykamy szkodników, niszczących pożyteczne rośliny i zapasy żywności; niektóre są uciążliwe jako pasorzyty. Inne znów owady są wielce pożyteczne, niszcząc szkodniki zwierzęce albo przenosząc pyłek kwiatowy z jednego kwiatu na drugi (np. trzmielce, pszczoły), bez czego wydawanie owoców niektórych roślin byłoby niemożliwe. Inne wreszcie dostarczają nam miodu, wosku, jedwabiu, barwików i t. p. Rozejrzyjmy się wśród ważniejszych owadów.

Chrząszcze. Chrząszcze, których znamy około 80 tysięcy gatunków, odznaczają się twardymi pokrywami ciała i błonkowatymi skrzydłami. Wszystkie są szkodnikami z małymi wyjątkami. Następujące są najlepiej znane: chrabąszcz, czyli chrząszcz



Rys. 77. Chrabąszcz czyli chrząszcz majowy i jego przemiany.

majowy (rys. 77), szczyprawki, żuki, biedronki, kantarydy, kołatki, wołki zbożowe, korniki, chrząszczyki, robaczki świętojańskie i t. d.

Szarańczaki. Na czele rzędu szarańczaków stoi szarańcza (rys. 78), która sprawia wielkie spustoszenia na polach



Rys. 78. Szarańcza wędrowna.

krajów południowych, czasami, chociaż rzadko zjawia się i u nas. Przedstawiciele tego rzędu, żyjący w naszym kraju, nie są tak straszniemi szkodnikami: karaczany i persaki stanowią nieraz utrapienie naszych kuchni, turkucie podjadki pożerają

pedraki, ale też i psują korzonki zbóż, a świerszcze są zupełnie niewinne.

Pszczółowate. Pszczółowate okazują niezwykłą zmyślność, żyjąc rojami, złożonymi z samców, matek i robotnic. Pewne gatunki tego rzędu przynoszą nam ogromną korzyść: pszczoły (rys. 79) (zbieranie miodu), trzmiele (zapylenie kwia-



Rys. 79. Pszczoły: a—robotnica, b—królowa, c—truteń.

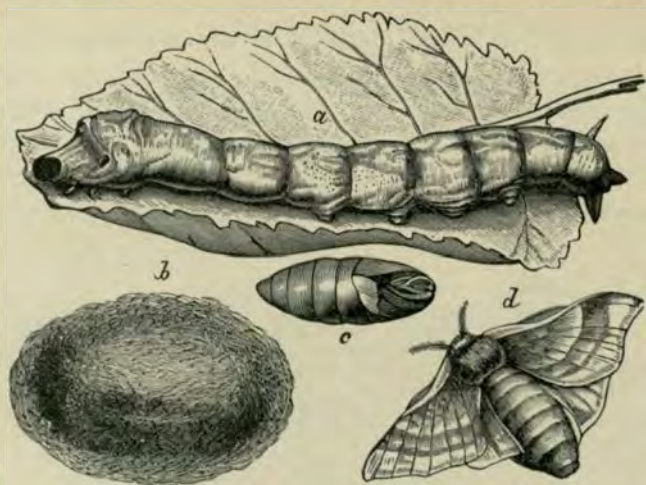


Rys. 80. Mrówki: (A) samiec, (B) samica, (C) robotnica.

tów); inne tylko w małym stopniu są szkodliwe: mrówki (rys. 80), szerszenie i osy.

Muchówki i pluskwiaki. Muchówki (pchły, komary, muchy, gzybaki i t. p.) i pluskwiaki (pluskwy, mszyce, wszy) są utrapionymi pasorzytami i szkodnikami.

Motyle. Motyle są przeważnie ładnie ubarwione. Ich gąsienice są wielkimi szkodnikami (z wyjątkiem jedwabników rys. 81). Ważniejsze motyle: dzienne — żeglarek, głogowiec, ka-

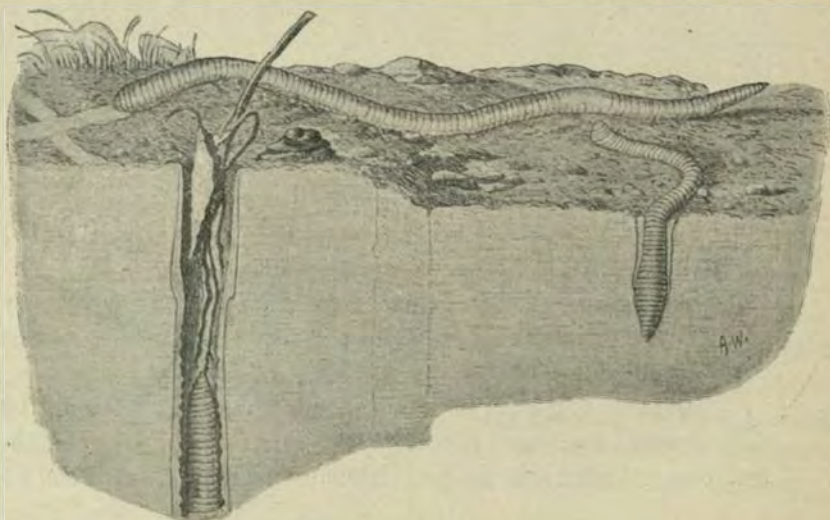


Rys. 81. Motyl jedwabnik: a—gąsienica na liściu morwy; b—kokon; c—poczwaraka, wyjęta z kokonu; d—dorosły motyl.

pustnik, rzepnik; wieczorne—trupia główka, powojowiec, pawik i nocne—blyszczaki, wstęgówki i wreszcie mole.

3. R O B A K I.

Ogólne znamiona. Robaki mają ciało bocznie symetryczne, miękkie, gibkie, pierścieniowate lecz nie podzielone na głowę,



Rys. 82. Dżdżownica zwana glistą ziemną; jedna wciąga zeschnięty liść do ziemi.

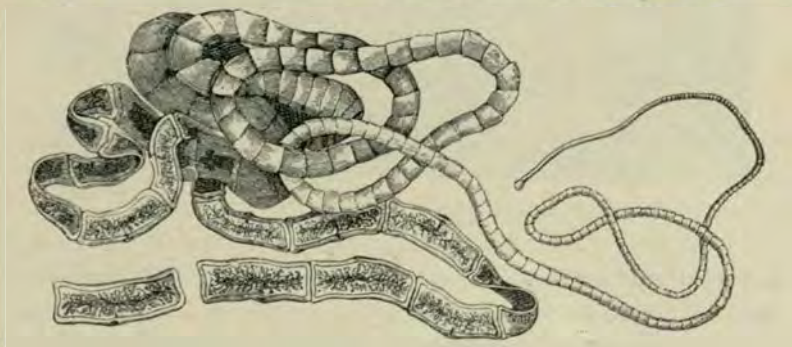
tułów i odwłok. Zupełny brak nóg. Oczy są jedynym narządem zmysłu (dżdżownice nawet oczu nie mają). Kanał pokarmowy ciągnie się wzdłuż ciała, układ nerwowy wzdłuż dolnej powierzchni. Oddychanie przez skórę lub rzadziej skrzelami. Robaki żyją przeważnie w wodzie lub miejscach wilgotnych, niektóre tylko żyją pasorzytniczo we wnętrzościach lub na powierzchni innych zwierząt.

Dżdżownice. Najpospolitszym robakiem jest dżdżownica (rys. 82), zwana glistą ziemną. Dżdżownice bezustannie rozkruszają i przeżuwiają glebę; obliczono, że w ciągu kilku lat cała gleba przechodzi przez ich ciało. Dżdżownice nie tylko uprawiają rolę, ale też i mierzwią ją, bezustannie bowiem wciągają do swych nerek rozmaite przedmioty, które, gdy przegniją, stają się nawozem. Robaki te są zatem nieocenionymi pomocnikami rolnika.

Inne robaki. Z pośród robaków wymienimy jeszcze: pijawki, trychiny, tasiemce i przywry. Pijawek używa się w leczeniu. Trychina jest robaczkiem bardzo małym (rys. 83); szybko rozmnażającym się w mięsie; gdy dostanie się do ciała ludzkiego, powoduje zapalenie mięśni, a czasem i śmierć. Tasiemce



Rys. 83. Trychina.



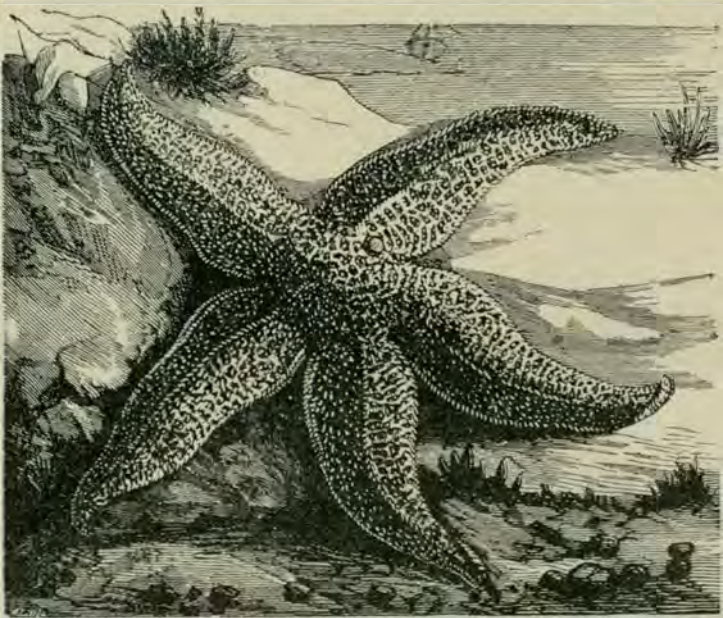
Rys. 84. Tasiemiec.

(rys. 84) nie posiadają zupełnie przewodu pokarmowego, żyją w kanale pokarmowym zwierząt wyższych (także ludzi), wysy-

sając gotowe pożywienie. Przywry wreszcie żyją albo na ciele zwierząt, głównie ryb, albo przedostają się do wnętrza ciała zwierząt roślinożernych, głównie przeżuwających (np. motylca).

4. SZKARŁUPNIE.

Ogólne znamiona. Szkarłupnie mają ciało już nie bocznie symetryczne, jak zwierzęta wszystkich poprzednich gromad, lecz zbudowane na podobieństwo kulki, z której rozchodzą się promienie (rys. 85). W budowie takiej nie można odróżnić ani grzbietu i brzucha, ani dwóch boków. Otwór gębowy mięści

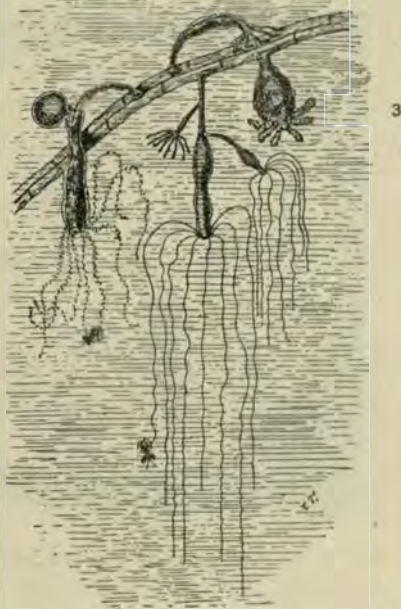


Rys. 85. Szkarłupnie: gwiazda morska.

się w samym środku. Skóra silnie zwapniona. Zwierzątka te posiadają żołądek i przestrzeń przeznaczoną do trawienia, jak również naczynia krwionośne i pierścień wyraźnych nerwów. Szkarłupnie żyją wyłącznie w morzach, a dla nas tutaj są jedynie ważne jako niższy od poprzednich stopień rozwoju ustroju zwierzęcego.

5. JAMOCHŁONNE.

Ogólne znamiona. Jamochłonne posiadają budowę jeszcze bardziej prostą, niż szkarłupnie. Ciało ich, posiadające kształt promienisty, zawiera wewnątrz tylko jamę odżywczą, służącą do trawienia pokarmów i do rozprowadzania cieczy odżywczej, wytworzonej przez trawienie. Jama ta posiada tylko jeden otwór zastępujący gębę i odbył. Jamochłonne rozmnażają się nie tylko za pomocą jajek, ale też i drogą pączkowania, są zatem podobne do roślin. Z pośród tych zwierząt wymienimy obcokrajowe, ale znane nam gąbki i korale, jako też krajową stłbję, żyjącą na roślinach wodnych i żywiącą się zwierzątkami wodnymi (rys. 86).



Rys. 86. Stłbja. Cztery osobniki: 1) zwierzę chwytające zdobycz, 2) zwierzę z jajem, 3) zwierzę z silnie ściągniętymi ramionami, 4) zwierzę pełzające.

6. PIERWOTNIAKI.

Kropła wody widziana przez szkła powiększające.

Pierwotniaki są stworzonkami tak drobnymi, że ledwo przez szkła powiększające można je dostrzec. Gdy np. przyglądamy się kropli wody przez szkła powiększające, przed okiem naszym przedstawia się bardzo zajmujący widok (rys. 87). Mnóstwo dziwnych stworzeń roi się we wszystkich kierunkach. Jedne z nich (a) to drobniutkie robaczki, posiadające usta, gardziel, coś w rodzaju szczęk i przewód pokarmowy; inne znów (c) to maleńkie rośliny, inne wreszcie (b) to zwierzątka o najprostszej budowie—pierwotniaki.

Budowa pierwotniaków; komórka.

Każdy taki pierwotniak, baczniej przez szkła powiększające rozpatrywany, przedstawia się naszym oczom jako mały woreczek, napełniony śluzem, bardzo podobny do



Rys. 87. Pierwotniaki.

białka kurzego jaja. Śluz ten nazywano żywym białkiem, zarodnią lub plazmą. Na zewnątrz plazma jest pokryta mnóstwem delikatnych rzęs i szczytinowatych włosków. Wewnątrz plazmy spostrzegamy jedno lub niekiedy kilka okrągłych lub podłużnych ciałek zw. jądrami.

Pierwotniaki nie mają ani serca, ani płuc, ani żołądka, ani kiszek, oddychają natomiast całym ciałem, wsysając powietrze przez błonę, okrywającą ich ciało, pokarm zaś (inne mniejsze pierwotniaki lub roślinki) przyciągają swymi delikatnymi rzęsami do drobnego dołka ust) na przodzie ciała i polykają. Niektóre pierwotniaki nie mają takiego dołka i pochłaniają pokarm całą powierzchnią ciała. Niektóre pierwotniaki nie mają nawet błony, ochraniającej plazmę. Pierwotniaki zatem wogóle posiadają budowę, której prostota jest największą, jak tylko możemy to sobie wyobrazić. Taką budowę najprostszą, składającą się z plazmy i jądra nazywamy komórką.

Rozmnażanie się komórek.

Komórka nie tylko oddycha i odżywia się, ale nawet zdolna jest wykonywać ruchy, czuć i rozmnażać się; można zatem w niej spostrzec wszystkie przejawy życia. Rozmnażanie polega na tym, że każda pojedyncza komórka w pewnym okresie swego życia może dzielić się na

dwie komórki. Odbywa się to w ten sposób, że nasamprzód dzieli się owo jądro, leżące wewnątrz plazmy, następnie plazma przewęża się pośrodku i wreszcie w miejscu przewężonym rozpada się na dwie części, zawierające po jednym jądrze: powstają zatem dwie komórki potomne z jednej pojedynczej.

Ciało zwierząt i ludzi Niektóre pierwotniaki (np. pełzaki, wyskłada się z komórek. moczki) składają się tylko z jednej komórki. Ciało innych pierwotniaków składa się z kilku lub kilkunastu komórek, połączonych w jedną całość. Komórka nie jest wyłącznie składową częścią pierwotniaków; ciało wszystkich zwierząt bez wyjątku, a również ciało ludzkie składa się z komórek, które mają najrozmaitsze kształty.

Każda z tych komórek jest obdarzona życiem, oddycha, odżywia się, posiada zdolność ruchu, czucia i rozmnażania się. Życie zwierząt i ludzi to życie komórek, z których się ciało ich składa.

Tkanki. Komórki u istot, których ciało składa się z wielu komórek, mają różne zadania. Komórki, spełniające to samo zadanie, posiadają mniej więcej jedną postać i łączą się w grupy, zwane tkankami. Tkanki mogą być różne: tkanka łączna, kostna, nabłonkowa, mięsna, nerwowa i t. p. U pierwotniaków brak jeszcze tkanki. U zwierząt wyższych tkanki tworzą narządy (oddychania, odżywiania, czucia i t. d.). Zwierzę jest doskonałe, jeśli rozmaite jego tkanki mają odmienne przeznaczenie, a przeciwnie zwierzę jest tym niższe, im więcej zadań jedne jego tkanki muszą spełniać.

Gdy teraz przyjrzymy się najrozmaitszym przedstawicielom świata zwierzęcego, możemy naogół powiedzieć, że przeważnie ciało zwierząt składa się z tkanek o najrozmaitszym przeznaczeniu, że jest ono opatrzone licznymi narządami o nader różnorodnej budowie, posiada narządy oddychania i krążenia krwi, rdzeń pacierzowy, nerwy, mięśnie, kości, narządy zmysłów i t. d. Wszystkie te narządy, sprawujące oddzielnie jeden od

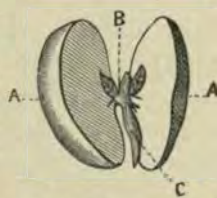
drugiego swą czynność, spotykamy tylko u zwierząt wyższych. Gdy od zwierząt wyższych zstępujemy do coraz niższych, widzimy, że budowa staje się coraz bardziej prostą, że z coraz mniejszą ilością narządów mamy do czynienia. Napotykamy wreszcie takie istoty, o których nawet trudno stanowczo powiedzieć, czy należą do świata zwierzęcego czy też do roślinnego.

ROŚLINY.

Ile najrozmaitszych roślin widywaliśmy, jak często podziwialiśmy ich barwy i zapach, a rzadko zapewne przyszło nam na myśl przyjrzeć się im bliżej, rozebrać którą na części, zbadać te części szczegółowo i porównać ze sobą, jakoteż rozważyć, co się dzieje z rośliną od chwili jej zjawienia się na świat aż do zeschnięcia.

Budowa nasienia fasoli.

Przypatrzymy się więc życiu jakiejś rośliny. Wybierzmy tę, która napewno wszystkim nam dobrze jest znana, mianowicie fasolę. Weźmy dwa dojrzałe, świeżo ze strąka wyjęte, ziarenka fasoli. Jedno z nich rozłupmy na dwie połówki; gdy odejmiemy je od siebie bardzo delikatnie, zobaczymy w jednym brzegu między nimi wyniosłość cz. z a r o d e k (B) (rys. 88). Gdy przyjrzemy mu się dobrze, dostrzeżemy w nim zawiązek rośliny; z dołu drobny korzonek (C), dalej ł o d y ż k ę, a u góry dwa maleńkie li s t e c z k i.



Rys. 88. Zarodek fasoli.

Kiełkowanie fasoli. Posadźmy drugie ziarno w wilgotnej ziemi i trzymajmy je w ciepłym miejscu. Pod wpływem wilgoci i ciepła ziarno po paru dniach napęcznieje, cienka przejrzysta skórka, pokrywająca je pęka, dwie połówki ziarnka rozchylają się, korzonek, łodyżka i listeczki powiększają się, — ziarno kiełkuje i powstaje mała roślina (rys. 89). Pierwotnie czerpie

ona pokarm z dwóch połówek ziarna—liścieni (rys. 88 i 89), które z czasem wyczerpane odpadają.

Budowa rośliny. Tymczasem roślina zapuszcza swój coraz więcej gałęzisty korzeń w ziemię, aby stamtąd wysysać pożywienie. Łodyga wiotka, soczysta rośnie ku górze, wierzchołkiem owija się naokoło podpory napotkanej. Liście bujnie pokrywają łodygę. Są to płaskie zielone blaszki, utkane z włókien, zwanych nerwami i miąższu, przytwierdzone ogonkiem do łodygi. Potym pojawiają się gałązki z kwiatami, tak zwane szypułki, które rozgałęziają się na kilka szypuleczek; każda z tych ostatnich jest zakończona kwiatem. Kwiatki, rosnące na jednej głównej szypułce (u fasoli 2—3), stanowią tak zwany

kwiatostan. Kwiat składa się z czterech głównych części: na zewnątrz widać u samej szypułki zielony kubeczek z pięciu listków—czyli działek, — jest to kielich; wyżej pięć płatków białych lub czerwonych — to korona; gdy ją

zdejmujemy, ujrzymy małe, białe niteczki, zakończone w wierzchołku rodzajem torebek podłużnych, pylników, przypominających ostrze strzały, a wypełnione żółtym proszkiem; są to pręciki; w samym środku kwiatu, między pręcikami dostrzegamy mały strączek zielony, wydłużony, u góry spłaszczony i zakończony drobną główką; jest to słupek. Słupek ten później staje się powiększa a korona kwiatowa więdnie i opada. Ostatecznie



Rys. 89. Nasienie kielkujące fasoli: 1—3 połowa skórki i jeden liścień są odjęte, dla pokazania zarodka młodej roślinki; St—łodyżka, W—korzeń, K—pączek, Kb—liścienie, N—dziobek, L—pierwsze liście.

tworzy się ze słupka owoc, nazywany strąkiem; w strąku znajdują się nasiona. Podobieństwa Gdy w sposób przyjrzymy się budowie grochu lub bobu, przekonamy się, że jest ona zupełnie jednakowa z budową powyżej opisanej fasoli; nasiona w taki sam sposób kielkują, liście są podobnie ułożone, kielich także składa się z pięciu działek, korona tak samo z pięciu płatków, słupek i pręciki tak samo są zbudowane, a różnice spostrzec można tylko

w wymiarach, kształcie i wielkości liści, barwie korony i t. p. Takie same podobieństwo dostrzec można też między fasolą a wyką siewną, lucerną i licznymi gatunkami koniczyzny (rys. 91) Znany także inne rośliny, które różnią się budową korony, lub nawet wcale jej nie mają, albo też posiadają trochę odmienny układ pręcików, lecz zawsze owoc ich jest strąkiem.

Wszystkie te rośliny, z których każda stanowi dla siebie gatunek, najrozmaitszych wy-



Rys. 90. Fasola: a—gałązka z liśćmi i kwiatami, b—strąk, c—słupek, d—słup. z pylnikami, e—połówka nasienia, f—nasienie w przekroju poprzecznym.



Rys. 91. Koniczyzna łąkowa: a, b—cała roślina, c—kwiatek.

miarów i najrozmaitszych postaci, począwszy od najwznioślejszych drzew aż do maleńkich ziół, łączymy w jedną rodzinę strąkowych. Ponieważ groch, fasola, bób, wyka, lucerna i t. p. mają tak wiele cech podobnych, łączymy je znowu w podrodzinę motylkowych; nazwa ta poszła dzięki ich koronie, podobnej do motylka, który złożył skrzydełka. Podrodzinę motylkowatych odróżniamy od podrodziny czułkowych, do której należą rośliny mają podobną, jak motylkowate, budowę pręcików i słupka, nie mają jednak barwnej korony i od podrodziny brezyłkowatych, która różni się tylko układem pręcików. Te trzy podrodziny stanowią razem wielką rodzinę strąkowych.

Rozglądając się wśród wielu innych roślin, znowu spostrzeżemy, że niektóre z nich są pokrewne między sobą, przedstawiają jeden i ten sam typ roślinny, więc stanowią osobną niejako rodzinę, podobnie jak rośliny strąkowe. Np. w roślinach kapusty, gorczycy, rzepaku, chrzanu, rzepy, laku, tasznika łatwo dostrzeżemy piętna wszystkim im właściwe: kielich o czterech działkach; koronę o czterech płatkach na krzyż ułożonych, naprzemianległych z działkami kielicha; 6 pręcików (2 krótsze i 4 dłuższe); owoc stanowi tak zw. łuszczynę lub łuszczynkę t. j. składa się on z dwóch komór, w których nasiona są przytwierdzone do wspólnej przegrody. Wszystkie te rośliny łączymy w jedną rodzinę krzyżowych, tak nazwaną z powodu krzyżowego ułożenia płatków korony.

Możliwość klasyfikacji. Dwa powyższe przykłady wskazują nam już istnienie możliwości łączenia roślin w grupy na zasadzie podobieństwa ich budowy. Jest to tak zwana systematyka albo klasyfikacja roślin.

Gdy rozejrzemy się bacznie w świecie roślinnym, spostrzegamy, że jedne z nich posiadają wszystkie te części składowe, wszystkie najważniejsze organy (kwiat, pręciki, słupek, owoce), które widzieliśmy u grochu, inne posiadają łodygi i liście, nie mają jednak ani kwiatów, ani owocu, ani nasienia, inne wreszcie nie posiadają żadnego z organów. Ostatnie (wodorosty, słuźowce, porosty, grzyby i mikroby) utworzone są z tkanek, ułożonych w blaszki i nici, które tworzą tak zwaną plechę, nazywamy też je plechowcami. Rośliny, złożone wyłącznie z ło-

dygi, liści i korzeni, nie mając jednak ani kwiatów, ani owocu, ani nasienia, łączymy w jedną grupę mchów, paproci i skrzy-pów. Wreszcie te, które posiadają wszystkie najrozmaitsze or-gany — nasiennemi. Cały świat roślinny rozczłonkowaliśmy zatym na 3 wielkie działy, które nazywamy gromadami.

I. Gromada: rośliny nasienne.

Ogólne znamiona. Gromada ta zasadniczo wyróżnia się od innych wytwarzaniem nasion. Nasionie roślin nasiennych zawiera zarodek (rys. 92), który jest malutką przyszłą rośliną; przy odpowiednim powiększeniu dostrzeżemy w nim łódkę, opatrzoną z jednej strony korzonkiem, z drugiej pączkiem z listków, objętym przez jeden lub więcej listków, odmiennych zwykle od poprzednich, a nazwanych liścieniami (l). Oprócz tego w nasionach wielu roślin znajduje się t. zw. bielmo (b) t. j. tkanka, w której nagromadzają się materje zapasowe (jak np. mączka lub tłuszcz); temi materjami odżywia się roślinka kiełkująca, zanim wyjdzie z ziemi. Zarodek (k, p, l) i bielmo (b) jest osłonięte okrywą (S) skórzastą, albo zdrewniałą, twardą, albo mięsistą.



Rys. 92. Przekrój nasienia z zarodkiem dwuliścinnym.

Rośliny nasienne dzielimy na okrytonasienne i nagonasienne.

A) Rośliny okrytonasienne.

Okrytonasienne; ogólne znamiona. U roślin okrytonasiennych nasiona wytwarzają się w owocu. Owoc wraz z nasionami powstaje z zalążni t. j. dolnej części słupka. W zaląźni znajduje się jeden lub więcej zawiązków nasion cz. zaląźków. Pyłek kwiatowy przedostaje się na górną część słupka zw. znamieniem (rys. 93), wydłuża się przez



Rys. 93. Słupek w przecięciu podłużnym, w którym widać zaląźki (z), zaląźnia (sz), szyjkę (s), znamieniem (p, z), dno kwiatowe (dk).

znajdujący się tam kanalik, dochodzi do zalążni, łączy się z zalążkiem t. j. zapłodnia je. Odtąd rozpoczyna się tworzenie nasienia z zapłodnionego zalążka. Równocześnie z tworzeniem się nasienia rozrasta się ścianka zalążni i tworzy się owoc.

Rośliny okrytonasienne podzielono na dwa działy, mianowicie na dwuliścienne i jednuliścienne.

1. DWULIŚCIENNE.

Dwuliścienne. Z kiełkującego nasienia wychodzą 2 liścienie. Liście z nerwami rozgałęzionymi (rys. 94). Dzielą się one na zrosłopłatkowe, wolnopłatkowe i bezpłatkowe.

a) Zrosłopłatkowe.

Płatki korony zrosłe, czasem tylko w dolnej części.

1) Psiankowate.

Działek kielicha 5, nieodpadających po okwitnięciu, 5 płatków zrosłych lejkowato lub tacowato; zalążnia dwukomorowa z licznymi zalążkami. Według owocu dzieli się ta rodzina na trzy grupy. Owoc jest mięsisty cz. jagoda: ziemniak, wilcza jagoda (rys. 95)



Rys. 94. Nerwacja pierzasta na liściu buku.



Rys. 95. Wilcza jagoda: a-gałazka z kwiatami i owocami, b-kwiat rozcięty, c-zalążnia słupka w przekroju podłużnym, d-w poprzecznym.

czyli pokrzyk lekarski, słodkogorz, psinki, pomidor; owoc jest torebką pękającą na 4 komory: bieluń, tytuń; lub torebką otwierającą się wieczkiem: blekot czyli lulek.

Bulwy ziemniaka są zgrubiałymi bardzo łodygami podziemnymi; nie wyrastają one, jak nieświadomi sądzą, na korzeniach, lecz łodygach; wskazują to znajdujące się na bulwach oczka t. j. pączki późniejszych łodyg podziemnych.

2) Szorstkolistne.

Szorstkolistne. Nazwa tej rodziny pochodzi stąd, że wszystkie rośliny tu należące mają owłosione liście. Działek i płatków po 5 zrosłych ze sobą w dolnej części; 5 pręcików zrosłych nitkami z koroną, słupek mieści się powyżej nasady kielicha a nie pod nim, (słupek górny) (rys. 96), tak samo jak u psiankowatych. Ze słupka tworzą się cztery owocki, suche, jednonasienne i nieotwierające się (niełupki). Tu należą: żywokost (rys. 96), żmijowiec, niezapominajka, psi język czyli ostrzeń.



Rys. 96. Żywokost:
1—gałązka z kwiatami,
2—kwiat przecięty
wzdłuż.

3) Trędownikowate.

Trędownikowate. Kielich i korona w części zrosłe z 5 części; korona albo wargowa, albo talerzykowata, albo dzwonkowata; pręcików 2 lub 4, z tych 2 dłuższe; zalążnia górną jak



Rys. 97. Trędownik korzeniowezłowy: 1 — gałązka z kwiatai, 2 — kwiat (powiększony) 3 — pylniki pręcików, 4 — kwiat przecięty, 5 — owoc.

u szorstkolistnych, wielo-załączkowa z jedną szyjką; owoc jest torebką. Tu należą: przetacznik, dziewanna, lni-ca, wyżlin, oraz trędownik (rys. 97), dzwonic, gnidosz, pszeniec i świetlik, które za pomocą rodzaju ssawek na własnych korzeniach umieszczonych, wpijają się w korzenie innych roślin i wyczerpują je ze soków; do nich należy także zaraza koniczynowa, roślinnaniezielona, więc wzu-

pełności pasożytnicza; korzeniami czepia się innych roślin.



Rys. 98. Kwiat jasnoty.

4) Wargowe.

Wargowe. Kwiat zbudowany w postaci dwóch warg (wargowy) (rys 98), tylko załącznia taka jak u szorstkolistnych. Łodyga czworokanciasta, liście naprzeciwległe, a w ich kątach kwiaty. Tu należą: mięta, macierzanka, szalwia, jasnota czyli głucha pokrzywa, psia mięta, lebiodka.

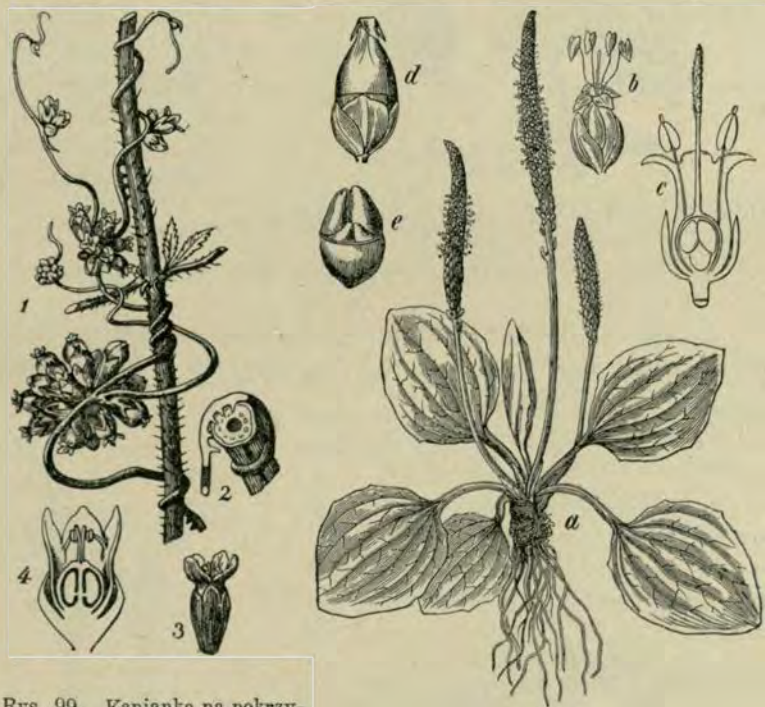
5) Powojowate.

Powojowate. Powojowate mają kielich 5-działkowy, koronę zrosłą z 5 płatków, załącznię górną z 4-ma załączkami; owocem jest torebka albo jagoda; łodyga wije się. Do nich należy powój i kaniańka koniczynowa (rys. 99), pasożytująca na koniczynach i wielu innych roślinach, kaniańka lniana na lnieniu, europejska na rozmaitych roślinach. Kaniańka ma kwiaty różowawe, ułożone w główki i łądźki cienkie, bezlistne; z tych wypuszcza ssawki (s) i za pośrednictwem nich odbiera soki

innym roślinom; w inny sposób nie mogłaby nawet żyć, bo niema ani zieleni ani korzeni.

6) Babkowate.

Babkowate. Mają kielich 4-działkowy, koronę z 4 płatków, 4 pręciki, zalążnię górną; owoc ich jest torebką; liście ułożone w rozetę (rys. 100), a kwiaty w kłos. Babka.



Rys. 99. Kanianka na pokrzywie parzącej: 2—ssawka na łodydze, 3—kwiat (powiększone 3 razy), 4—podłużne przecięcie kwiatu (powiększone 5 razy).

Rys. 100. Babka: a—cała roślina, b—kwiat, c—przecięty i powiększony, d—owoc, e—przecięty.

7) Borówkowate.

Borówkowate. Borówka i brusznicą mają słupek dolny, 8—10 pręcików, tworzą owoc—jagodę. Wrzos z kielichem 4 działkowym zabarwionym, koroną 4 płatkową, słupkiem górnym; owocem jest torebka; kwiaty ułożone w grono.

8) Ogórkowate.



Rys. 101. Kwiaty dyni: 1—słupkowy, 2—pręcikowy.

Ogórkowate. Są to rośliny jednopłciowe, bo w jednych kwiatach znajdują się tylko pręciki (rys. 101), w drugich tylko słupek. Owocem jest jagoda. Tu należą: ogórek, dynia, melon i kawa.

9) Złożone.

Złożone. Rośliny złożone zawdzięczają swą nazwę temu, że ich kwiaty pojedyncze (rys. 103) są skupione w jeden kwiat nazwany koszyczkiem (rys. 102). Zewnętrzne części koszyczka składają zielone listki, ułożone w okółek, zwany okrywą koszyczka; wewnątrz koszyczka składa się z wielu kwiatków (rys. 103), które mają kielich prawie



Rys. 102. Koszyczek kwiatowy rośliny złożonej—przecięty podłużnie.



Rys. 103. Kwiatki roślin złożonych z kielichem pod postacią puchu.

niewidoczny, bo całkowicie zrosły z zalążnią. Na zalążni (dolnej) siedzi korona kwiatowa, zrosła z 5 płatków w rurkę, u góry ząbkowaną lub wyciągniętą w języczek; korona ta obejmuje 5 pręcików, zrosłych komorami pyłkowymi ze sobą w rurkę, przez którą przechodzi szyjka słupek, kończąca się dwoma zna-

mionami; słupek jest jednokomorowy i z niego wytwarza się niełupka. Nasienie jest bezbielmowe, a liścienie mięsiste obfitują w tłuszcz. Ta rodzina rozpada się na 3 poddziały:

a) Rurkowe.

Wszystkie kwiaty są rurkowe. Tu należą: bławatek czyli chaber lub modrak, oset (listki okrywowe kolące), łopian (listki okrywowe haczykowate), ostrożeń (okrywa jak u ostu; różni się od niego, że puch ma piórkowaty, nie włosisty), karczoch (dno kwiatowe i listki okrywowe są mięsiste), bylica, nieśmiertelniki, piołun.

b) Języczkowe.

Wszystkie kwiaty języczkowe. Tu należy: cykorja (kwiaty błękitne), sałata (puch na trzoneczku); mleczaj, mniszek, poróżnik lekarski, jastrzębiec (puch bez trzonka).

c) Promieniste.

Środkowe kwiaty rurkowe, zewnętrzne języczkowe. Tu należy: słonecznik, bulwa, krwawnik, starzec wiosenny, stokrotka, jastruń, rumianek, rumian polny i psi, podbiał.

b) Wolnopłatkowe.

Płatki korony wolne, nie połączone ze sobą.

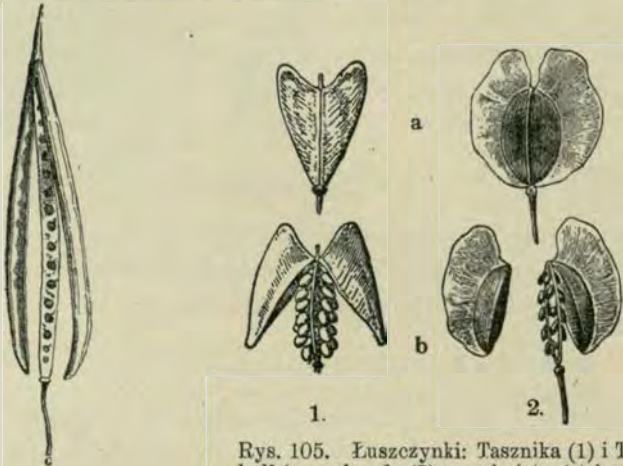
1) Krzyżowe.

Krzyżowe. Od krzyżowego ułożenia działek i płatków pochodzi nazwa tej rodziny roślin. Działki zawsze wolne; płatki naprzemian z działkami; 6 pręcików, z tych 4 dłuższe; słupek dwukomorowy, górny, komora wielozalążkowa; szyjka słupka bardzo krótka, 2 znamiona. Owoc jest albo łuszczyna (rys. 104), jeżeli jest podłużny, albo łuszczynka (rys. 105), jeżeli jest tak długi, jak szeroki. Dojrzały owoc pęka na długość, pozostawiając przegrodę z nasionami, umieszczonemi na niej po obu stronach w 2 szeregach. Nasiona są bezbielmowe; w ich

liścieniach jest dużo tłuszczu. Liście są mniej lub więcej pocwinane. Wszystkie rośliny tu należące są ziołami. Rodzina ta rozpada się na 2 podrodziny.

a) z owocem łuszczynką:

lnicznik czyli judra, chrzan, rzeżucha, tasznik.



Rys. 104. Łuszczyna rzepaku.

Rys. 105. Łuszczynki: Tasznika (1) i Tołkówek polnych (2); zamknięte (a) i rozwierające się (b).

b) z owocem łuszczyną:

gorczyca biała (łuszczyna szorstka, nasienie białe), gorczyca czarna (łuszczyna gładka, nasienie ciemne); pszonak, ognicha (kwiaty jaśniejsze niż poprzednich, przegroda łuszczyny pogięta i pozrastła ze ścianami), rzodkiew i rzodkiewka, rzepak w odmianach: ozimy, jary i brukiew, rzepik z odmianami: ozimy, jary i rzepa (liście ich żywo zielone), kapusta z odmianami: kalarepa (łodyga zgrubiała), głowiasta (liście tworzą głowy zbite), włoska (głowy mniej zbite), brukselska (w kątach liści małe główki), jarmuż (liście pomarszczone kędzierzawe, długie), kalafjor (szypułki kwiatowe mięsiste, kwiaty zniekształcone).

2) Strączkowe.

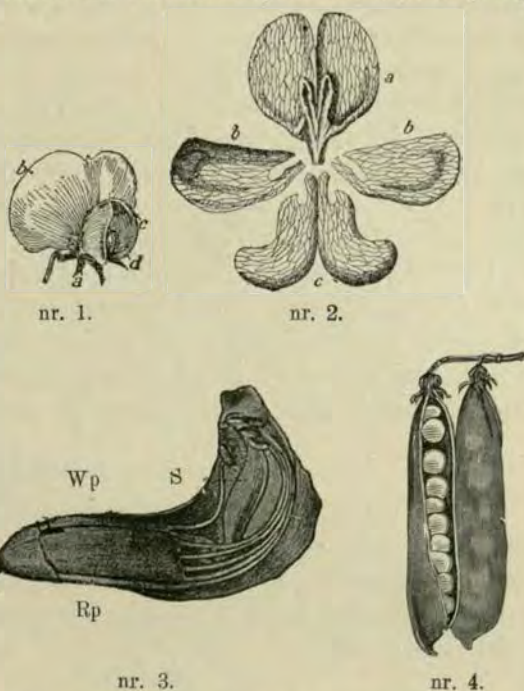
Strączkowe. Liście nie są pojedyncze, lecz złożone t. j. na wspólnej szypułce umieszczone regularnie blaszki liściowe;

szczyt kończy się blaszką liściową, albo wykształca się w wąsy, służące do czepiania się. Ułożenie blaszek jest albo pierzaste, jeżeli 2 lub więcej par blaszek siedzi na szypułce, lub palczaste, jeżeli blaszki wychodzą z jednego punktu. Nazwa tej rodziny pochodzi od strąka (rys. 106 nr. 4) t. j. owocu pegającego na szwie grzbietowym i brzuszonym. Z trzech podrodzin tu należących ważniejszą jest podrodzina motylkowych.

Kielich ich (rys. 106 nr. 1a) składa się z 5 działek zrosniętych, korona z 5 płatków na kształt motylka ułożonych; górny

płatek większy, odwinęty nazywa się żagielkiem (rys. 106 nr. 1b i nr. 2a), dwa boczne — skrzydełkami (c i nr. 2b), dwa dolne zrosłe ze sobą łódeczką (d, nr. 2c i nr. 3) ta ostatnia obejmuje pręciki i słupek. Pręcików jest 10, nitki ich są na całej prawie długości zrosłe w rurkę nr. 3

(Rp.), albo też rurka ta jest niezupełna, jeżeli dziesiąty pręcik górny (Wp), pozostaje wolny. Zalążnia (S) jest górną, jednokomorową, jedno lub wielozalążkową. U nasady szypułki liściowej znajdują się 2 listki, zwane przylistkami; często zrastają się one ze sobą, a nieraz są podobne do blaszek liścia. Motylkowe można podzielić na cztery grupy:



Rys. 106. Kwiat grochu rozmaicie rozebrany i strącek: 1—kwiat cały, 2—rozłożony, 3—łódka przecięta, 4—strąk.

a) Komonicowate.

Strąk zwykły; liścienie przy kielkowaniu dostają się nad ziemię i są liściaste. Łubin: kwiatostan grono, liście palczaste, strąk kosmaty. Łubin biały (kwiat biały, lub niebieski, nasienie białe); łubin żółty (kwiat żółty, nasienie z ciemnymi plamkami), łubin niebieski (nasienie marmurkowe). Przelot: kwiaty w główki ułożone, żółte, kielich owłosiony, strąk z jednym lub z dwoma nasionami. Koniczyny: płatki korony są u nich wyjątkowo częściowo ze sobą zrosłe, kwiaty w główkach, strąk sam się nie otwiera i zawiera 1, 2, lub 3 nasiona: koniczyna czerwona o główkach czerwonych; koniczyna szwedzka o główkach biało-różowych; koniczyna biała o główkach białych, łodygach pełzających po ziemi i w węzłach zakorzeniających; koniczyna inkarnatka o główkach purpurowych; koniczyna polna o kwiatkach liljowych bardzo małych; koniczyna żółta o główkach żółtych. Komonica: niewiele kwiatków żółtych w główce. Lucerna: liście troiste; lucerna francuska czyli siewna: kwiaty fioletowe w krótkich gronach, strąk ślimakowato skręcony; lucerna sierpowata: strąk mniej skręcony; lucerna piaskowa: kwiaty żółte w główkach, strąk prosty; lucerna chmielowa: główki małe, żółte. Nostrzyk: liście troiste, kwiaty w długich gronach.

b) Siekiernicowate.

Seradella: po kilka żółtych kwiatków w główkach, strąk przewężisty, łamiący się, liścienie mięsiste nadziemne, liście pierzaste. Esparceta: gęste grona różowe; strąk jednonasienny pokryty wyrostkami, liście pierzaste. Cieciorka—główki różowe, strąki łamiące się.

c) Fasolowate.

Liścienie nadziemne mięsiste, strąk podzielony gąbczastymi przegrodami. Fasola zwykła: o strąku gładkim, kwiatkach białych i różowych i fasola wielokwiatowa: o strąku szorstkim, kwiatkach purpurowych lub białych.

d) Wykowate.

Liścienie podziemne mięsiste, strąk zwykły. Wyka: liście pierzaste; wyka uprawna: kwiaty czerwono-białe po jednym lub

kilka w kątach liści; wyka piaskowa czyli kosmata i wyka ptasia: kwiaty w gronach, fioletowe; wyka zaroślowa: kwiaty fioletowe, po kilka zebrane. Bób i bobik: strąk z przegrodami gąbczastymi. Groch: 2 duże przylistki i 2 pary listków w jednym liściu. Groch siewny zwykły: kwiat biały, nasienie białe i żółte; groch szary: kwiat czerwono-liljowy, nasienie szare. Lędźwian uprawny: kwiaty różowe pojedyncze, strąki oskrzydłone; soczewica: liście pierzaste, kwiaty białe po 1, 2 lub 3 razem, nasienie soczewkowate.

3) Ln o w a t e.

5 wolnych działek i 5 płatków, 10 pręcików; słupek 5-cio komorowy, 10-cio zalążkowy, górny z 5-ciu szyjkami;



Rys. 107. Len.

owoc—torebka, pękająca dziesięcioma szparami. Len (rys. 107).

4) Klonowate.

Kwiaty z 4—9 działkami i płatkami, 8 pręcikami. Owoc z dwoma skrzydłami, w każdej połowce jedno nasienie. Klon (rys. 108).



Rys. 108. Gałązka klonu z kwiatami; 4—owoc (skrzydłak).

5) Lipowate.

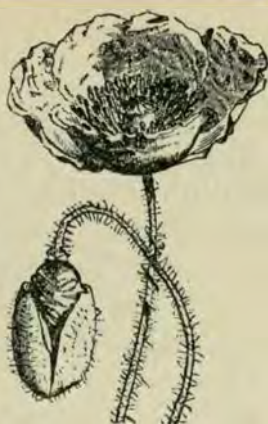


Rys. 109. Lipa.

Po 5 działek i płatków, wiele pręcików, dwu lub wielo-komorowy, słupek górny, owoc suchy, niepękający, czyli orzeszek. Lipa (rys. 109).

6) Makowate.

Kielich z dwóch działek, korona z czterech płatków, wiele pręcików. Glistewnik czyli jaskółcze ziele: słupek jest łuszczyzną jednokomorową. Mak: słupek z szyjkami spłaszczonymi i przylegającymi do zalążni; owoc jest torebką jednokomorową. Mak pałeczkowaty: torebka mała, kwiaty czerwone; mak polny: kwiaty pąsowe; mak ogrodowy: kwiaty liljowe i białe (rys. 110).



Rys. 110. Mak.

7) Berberysowate.

6 działek kielicha i tyleż płatków korony i pręcików, 1 słupek. Berberys czyli kwaśnica.

8) Goździkowate.

Po 5 działek i płatków, 10 pręcików, słupek górny (rys. 111) tworzący torebkę z wielu nasionami (nr. 3 i 4); 2—5 szy-



Rys. 111. Kwiaty goździka kartuzka: 1—kwiat, 2—przecięty podłużnie, 3—owoc z rozerwanym kielichem, pękający 4 ząbkami, 4—nasionie (powiększone), S—łuski brunatne.

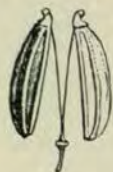
jek na zalążni; liście naprzeciwległe. Tu należą: kąkol, firletka, goździk i sporek.

9) Śl az o w a t e .

Kielich 3 — 5 działkowy, na zewnątrz niego dodatkowy kielich t. zw. kieliszeczek; 3 — 5 płatków, wiele pręcików, zrosłych ze sobą nitkami w rurkę. Śl az polny, mały, dłonia-
sty, kędzierzawy, topolówka.

10) B a l d a s z k o w e .

Nazwa tej rodziny pochodzi od kwiatostanu, nazwanego baldaszkiem; jest to umieszczenie kwiatów w jednej płasz-
czyźnie na szypułkach, odchodzących z jedne-
go miejsca. Baldaszek może być także złożo-
ny z baldaszków mniej-
szych. Kielich 5-cio
działkowy, korona 5-cio
płatkowa; płatki wy-
cięte, do środka po-
wginane; 5 pręcików,
słupek dolny, szyjek
dwie; owoc jest roz-
łupką (rys. 112), to
znaczy rozczepia się na
dwie niełupki; liście są
pierzasto złożone. Tu
należą: selery, pietrusz-



Rys. 112. Rozłupka.

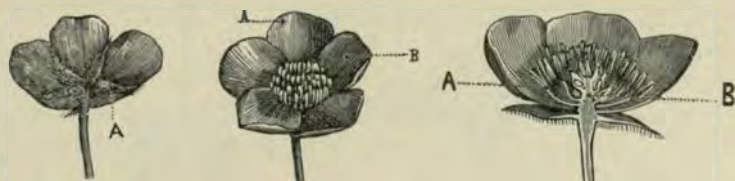


Rys. 113. Marchew dzika: 2—kwiat, 3—owoc,
4—przekrój poprzeczny owocu.

ka, marchew (rys. 113), kmin, anyż, koper włoski, koper pospolity
czyli koperek, pasternak, kolendra, pietrasznik, dzięgiel, szalej.

11) Jaskrowate.

Kwiat z kielichem zwykle 5 działkowym lub bezkielichowy, korona 5 płatkowa, 20 i więcej pręcików, 2 lub wiele słupków jednozależkowych. 2—5 słupków znajduje się u ostróżki (jedna



Rys. 114. Kwiat jaskru z zewnątrz, z góry i w przekroju.

działka kielicha przekształcona w ostrogę, 4 płatki) i tojadu (jedna działka w postaci hełmu). Więcej niż 5 słupków zawierają: kaczyniec i ciemiernik; jaskry (rys. 114) tworzą niełupki jednonasienne.

12) Różowate.

Szypułka kwiatowa rozszerzona; na jej brzegu kielich z 5 działek, korona z 5-ciu płatków i bardzo wiele pręcików. Rodzina ta rozpada się na następujące podrodziny:

a) Jabłkowate.

Słupek dolny. Owoc jest jabłkiem. Tu należą: grusza (rys. 115), jabłoń, pigwa, jarzębina, głóg.



Rys. 115. Kwiat gruszy przecięty podłużnie i owoc przecięty poprzecznie.

b) Migdałowate.

Jeden słupek górny, owocem jest pestkowiec. Wiśnia (rys. 116), czereśnia, czeremcha, morela, brzoskwinia, migdał, śliwa zwyczajna, tarnina.



Rys. 116. Kwiat i owoc wiśni w przekroju podłużnym: a—załaznia, A—pestka.

c) Różowate właściwe.

Na dnie kwiatowym, które jest albo wklęsłe jak kubeczek, albo wypukłe, siedzą wolne słupki (więc są górne); owoc jest albo pestkowiec, jak u maliny, albo niełupka jak u poziomki i róży. To, co się zwykle nazywa owocem u poziomki, jest właściwie mięsistym rozrosłym dnem kwiatowym, w którym tkwią niełupki; to co nazywają owocem róży, jest mięsistym kielichem, obejmującym wewnątrz umieszczone na dnie kwiatowym niełupki; tak zwany owoc maliny jest sklejaniem wielu pestkowców. Malina, poziomka, truskawka, róża (rys. 117).



Rys. 117. Kwiat róży przecięty i owoc.

c) Bezpłatkowe.

Bezpłatkowe. W kwiatach tych roślin niema kielicha i korony, jest tylko okwiat, zwykle zielny w jednym lub w dwóch okółkach.

1) Mącznikowate.

Zwykle 5 działek, tyleż pręcików, jeden słupek z kilkoma szyjkami. Owocem jest niełupka jednonasienna, często obejmuje go okwiat mięsisty. Burak, szpinak, lebioda.

2) Rdestowate.

Okwiat 3—6 działkowy, tyleż pręcików, słupek jeden górny z trzema szyjkami; owoc niełupka, często opatrzona skrzydełkami. Szczaw, szczawik, rdest, hreczka, tatarka.

3) Konopiowate.

Są to rośliny dwudomowe, to znaczy, że kwiaty męskie tworzą się na osobnych roślinach, żeńskie na osobnych. Okwiat z 4 działek, tyleż pręcików, słupek górny. Owoce orzeszek. Konopie, chmiel.

4) Pokrzywowate.

Okwiat z 4—5 listków, 4—5 pręcików, owoc niełupka, okryta okwiatem. Pokrzywa zwyczajna (rys. 118) i żegawka.



Rys. 118. 1—gałązka pokrzywy parzącej z kwiatami pręcikowemi, 2—kwiat pręcikowy przed rozwinięciem, 3—po rozwinięciu wysypujący pyłek, 4—kwiaty słupkowe.

5) Wiązowate.

Okwiat 4—8 listkowy, tyleż pręcików, słupek dwuzalążkowy, owoc skrzydlaty.

6) Bukowate.

Kwiaty oddzielnopłciowe; okwiat 4—8 listkowy, 5—12 pręcików. Kwiaty męskie w kotkach. Słupek 8—9 komorowy, tyleż znamion. Buk: kwiaty żeńskie zebrane w główkę. Dąb (rys. 119).



Rys. 119. Kwiat, owoc dębu i buczyna.

7) Brzozowate.

Kwiaty jednopłciowe, ułożone w kotki. Leszczyna, grab (rys. 120), brzoza, olsza.



Rys. 120. Gałązka grabu: a—kotki pręcikowe, b—słupkowe, c—owoce.

8) Wierzbowate.

Rośliny rozdzielнопłciowe, kotki męskie i żeńskie (rys. 121). Nasiona okryte puchem. Wierzba, topola.



Rys. 121. Kotka z kwiatów: a—męskich pręcikowych, b—żeńskich słupkowych.

9) Orzechowate.

Kwiaty jednopłciowe, męskie w kotkach, żeńskie skupione po kilka. Orzech włoski (rys. 122).



Rys. 122. Owoc orzecha włoskiego cały i przecięty.

2. JEDNOLIŚCIENNE.

Jednoliścienne; ogólne znamiona. Z nasienia kiełkującego wychodzi tylko jeden pochwinkowaty liścień. Widoczne dla oka prążki na liściach, tak zwane nerwy liścia, przebiegają w podłuż i równoległe do siebie.

a) Trawy.

Trawy. 1) Trawy słodkie i kwaśne. Nasionie ich jest ściśle zrosnięte ze ścianą owocu, taki owoc nosi nazwę ziarna. W ziarnie w miejscu, gdzie jest rowek lub dołek znajduje się zarodek; główną jego masę stanowi mączne bielmo.

Trawy słodkie mają łodygę, zwaną u traw źdźbłem, wewnątrz pustą (tylko u kukurydzy pełne), a pełną tylko w węzłach; nad węzłami znajdują się kolanka; źdźbło rośnie tylko w tych kolankach, i powalone na ziemię w tych miejscach wyprostowuje się. Liście składają się z pochwy obejmującej źdźbło, blaszki liściowej (często szydełkowej) i malutkiego błoniastego języczka na pograniczu tamtych. Kwiaty

zebrane są po dwa i więcej w kłoski, te zaś ułożone w kłosy lub wiechy. Każdy kłosek okrywają zewnątrz 2 plewy, a każdy kwiatek dwie plewki (rysunek 123 p); w środku kwiatka siedzi zalążnia z dwoma piórkowatymi znamionami (zn), otoczona trzema pręcikami (pr). Zapylanie odbywa się u jednych traw po otwarciu się plewek za pomocą wiatru, u innych jeszcze przed ich otwarciem.



Rys. 123. Perz z odłogami i kłosem

Wiele traw np. perz (jak wogóle wiele roślin) rozmnarza się także zapomocą podziemnych rozłogów, będących podziemnymi łodygami, a nie korzeniami, gdyż znajdują się na nich zawiązki odgałęzień, których na korzeniach nigdy niema. Tu należą: zboża, kukurydza, ryż, proso, trzcina cukrowa, bambus i trawy łąkowe mianowicie: a) z kłoskami ułożonemi w kłos: lisi ogon, tymotka, tonka, kąkolnica, rajgras angielski i włoski

(trzy ostatnie mają kłoski ułożone bokiem na płask); b) z kłoskami, ułożonemi w wiechę lub kiść: stokłosa (kłoski u dołu grube), złoty owsik i rajgras francuski (ości kolanowato zgięte), kostrzewy, wykliny, kupkówka czyli psia trawa, mietlica, trzcina.

Trawy kwaśne obejmują turzyce (rys. 124) o źdźbłę i ziarnie trójkanciastym bez węzłów, kwiatach bez plewek; sity o źdźbłę okrągłym i kwiatach sześciopęcikowych i o sześciu plewach; wełnianka o kwiatach otoczonych szczecinkami zamiast plewami.

b) Liljowate.

Liljowate. Wiele tych roślin wytwarza w ziemi cebule (rys. 125), zapomocą których rozmnażają się one tak jak z nasienia. W każdej cebuli są

Rys. 124. Turzyca:
b—kwiatek pięciodzielnikowy,
d, k—słupkowy, c—
owoc.

zawiązki cebul przyszłorocznych. Kwiat zbudowany według systemu trójkowego t. j. kielich (zwykle tak zabarwiony jak korona), z 3 działek, korona z 3 płatków, 6 pręcików, słupek 3 komorowy. W każdej komorze 2 lub wie-



Rys. 125. Cebula lilji cała i przecięta wzdłuż.

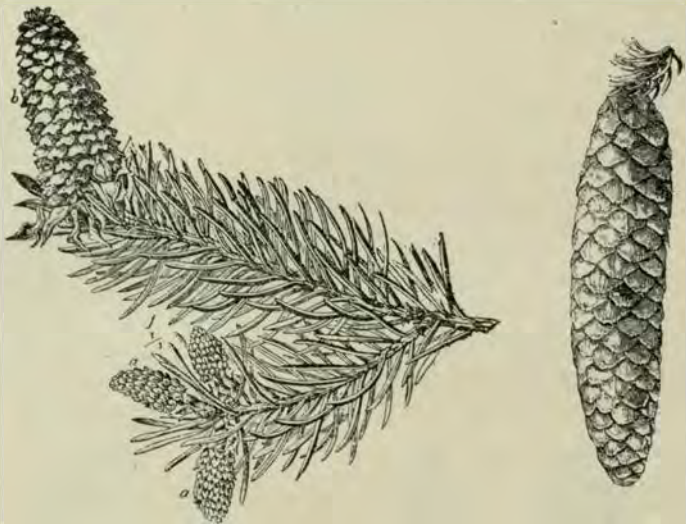


Rys. 126. 1—wierzchołek łodygi tulipanu i z kwiatem, 2—kwiat bez okwiatu, 3—narys kwiatu.

le zalążków. Owoc jest suchy i pękający (torebka) lub mięsisty (jagoda). Tutaj należą: czosnek, cebula, por, trybulka czyli szczypiorek, szarlotka, hjacynt, lilja, tulipan (rys. 126), konwalja, ciemierzycyca, wronie oko, szparag.

B) Rośliny nagonasienne.

Nagonasienne; Do tego poddziału zalicza się rośliny, których nasiona nie wytwarzają się z owocu tak, jak u roślin okrytonasiennych. Zalążki leżą na łusce, jak również wytworzone z nich nasiona i stąd pochodzi nazwa roślin nagonasiennych. Z naszych roślin należą do tego poddziału rośliny szpilkowe, tak nazwane od liści w postaci szpilek. Kwiaty są tutaj oddzielnopłciowe t. j. pręciki zebrane osobno,



Rys. 127. Gałązka świerku z szyszką i kwiatem.

a żeńskie organy osobno na tej samej roślinie, lub rozdzielнопłciowe, jeżeli na osobnych roślinach (jak u jałowca i cisu). Tu należą: sosna, kosodrzewina, świerk (rys. 127), jodła, modrzew, których nasiona tworzą się w szyszkach, jałowiec i cyprys, których nasiona mieszczą się w pozornej jagodzie.

II. Gromada: Rodniowce.

Rodniowce. Gromada ta zawdzięcza swą nazwę właściwym sobie organom rozmnażania, tak zwanym rodniom.

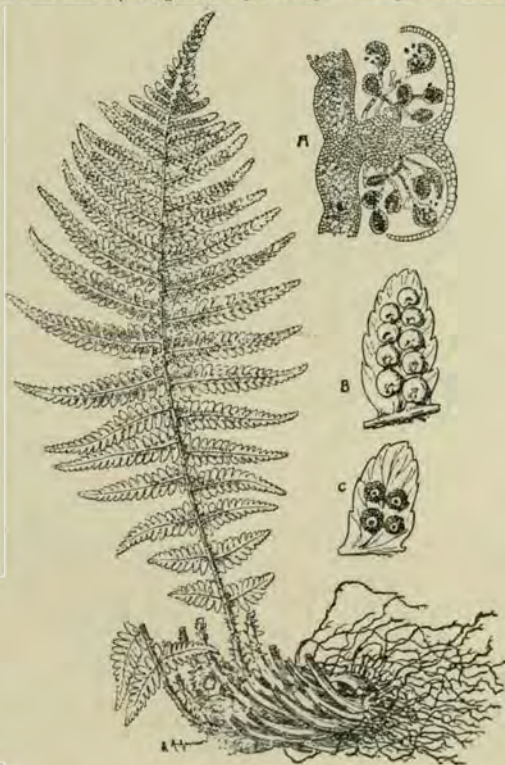
A) Paprocie i skrzypy.

Paprocie i skrzypy. Paprocie i skrzypy posiadają rzeczywiste liście i korzenie. Zarodniki, zapomocą których się rozmnażają, wytwarzają się u nich na drodze bezpłciowej; u paproci w kupkach umieszczonych na spodniej stronie liści (rys. 128), u skrzypów na końcu łodyg.

Z zarodników wysianych wyrasta mała sercowata roślina; na spodzie jej znajdują się organy rozrodcze: męskie, z których wychodzą ciała za-



1



2

Rys. 128. 1. Przedrośl paproci, z której wyrasta ulistniona roślina; 2. Paproć samcza: cała roślina zmniejszona, B—pojedynczy listek z kupkami zarodni, pokrytymi osłonką, C—kupki bez osłonki, A—przekrój kupki.

plądniujące i żeńskie rodnie. Po zapłodnieniu wyrasta z nich roślina ulistniona, wydająca potem zarodniki.

B) Mch y.



Rys. 129. Mchy.

Mchy. Mchy posiadają łodyżkę, liście i korzonki. Nie są to jednak rzeczywiste liście lub korzonki, gdyż, badane przez szkła powiększające, nie wykazują w swej wewnętrznej budowie wyróżniających się tkanek. Na końcu łodyżek mchu widzimy często na szypulce torebkę, zawierającą zarodniki (rys. 129); te torebki utworzyły się na drodze płciowej w sposób następujący: w skupionych listkach na wierzchołku mchu wyrastają małe ciała będące organem męskim, w którym wykształcają się drobnutki, poruszające się pływki; te dostają się na rodnie, t. j. organ żeński znajdujący się na innych łodyżkach, wchodzą przez kanalik do jego wnętrza i zapładniają tu komórkę, nazwaną rozrodczą. Zapłodniony organ wyrasta w torebkę. Zarodniki, wysiane z niej wyrastają w nitkę rozgałęzioną i dopiero z niej wychodzi łodyżka mchowa.

III. Gromada: Plechowce.

A) Grzyby.

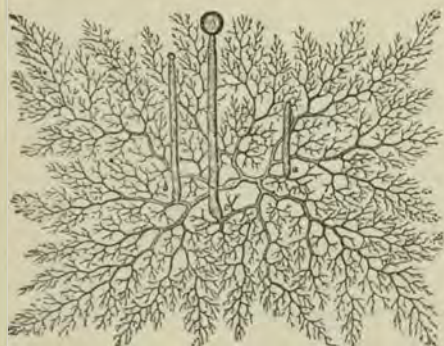
Ogólne znamiona. To, co zwykle nazywanym bywa grzybem, t. j. ów trzon z kapeluszem, jest właściwie tylko częścią owocującą grzyba, rozwijającego się w ziemi. Do grzybów jednak zalicza się także wiele mniej okazałych ustrojów, rozwijające się na butwiejących lub gnijących przedmiotach (roztocze cz. saprofyty) a nawet na żyjących roślinach i zwierzętach (pasożyty), z których czerpią grzyby dla siebie pokarm. Rośliny te nie posiadają w sobie chlorofilu (zieleni), który daje możliwość przerabiania pobieranego kwasu węglowego i wody na ciało

rośliny; grzyby te zatem same nie mogą w swym ciele wytwarzać pożywienia, jak wszystkie powyżej opisane rośliny, a muszą je czerpać gotowe.

Grzyby składają się z niteczek, które często widzimy połączone ze sobą w większe masy (grzybnia). Nitki w pomyślnych warunkach szybko się rozrastają. Grzyby jednak rozmnażają się także zapomocą zarodników, wytwarzających się u różnych gatunków w rozmaity sposób. Są to kuliste lub podłużne pęczeryki, nie posiadające wewnątrz żadnych wyodrębnionych części. Zarodniki te nadzwyczaj małe, mogą być łatwo roznoszone przez wiatr lub wodę, a dostawszy się na odpowiednie podłoże, kiełkują t. j. wytwarzają nową grzybnię.

Ważniejsze grzyby. Z ważniejszych grzybów wymieniamy następujące: pleśnie (rys. 130) rozwijają się na martwych przedmiotach; u jednych gatunków wyrastają z grzybni nitki z główkami (a, b, c), w których tworzą się zarodniki, u innych zarodniki powstają przez połączenie się dwóch gałązek nitek grzybni; z takich zarodników wyrasta dopiero główka na trzoneczku z właściwemi zarodnikami; u innych wreszcie

pleśni tworzą się na nitkach wypuklenia, które z czasem się oddzielają; takie rozmnażanie nazywa



Rys. 130. Pleśń biała z zarodnikami kulistymi, powiększona.



Rys. 131. Drożdże (1, 2) pączkujące i tworzące zarodniki (3).

się pączkowaniem, spotyka się je zwłaszcza u drożdży (rys. 131). Drożdże mogą wytwarzać także zarodniki. Powodują one fermentację cukrów i dlatego mają zastosowanie w browarnictwie i gorzelnictwie; przy wyrobieniu wina również są czynne drożdże, które znajdowały się na owocach do tego użytych.



Rys. 132. Liście ziemniaka zniszczone przez zarazik kartoflowy.

Zaraza cz. fałszywa rosa mączna na roślinach rozmaitych (grochu, koniczynie, wyce, sałacie, maku, marhwi, burakach, cebuli, rzepaku), występuje jako białawy nalot na liściach.

Zaraza ziemniaczana (rys. 132) jest to grzybek niszczący nać i bulwy ziemniaczane; poznać ją można po brunatnych plamach na liściach lub bulwach; są to właśnie miejsca zniszczone przez ten grzybek.



Rys. 133. Śniec w kłosie pszenicy.

Śniec pszenicy i żyta (rys. 133); kłosa roślin dotkniętych śniecą zawierają ziarna pękate, ciemniejszej barwy, a wewnątrz nich czarny, cuchnący proszek. Proszek ten składa się z zarodników śnieci. Te zarodniki przenoszą chorobę z roku na rok; przy młóceniu bowiem osiadają na zdrowych ziarnkach, lub na słomie, z którą dostają się do gnoju i znowu na pole; zarazić mogą tylko bardzo młodą roślinkę, co się odbywa w ten sposób, że kielkujące na nich zarodniki wydają wkrótce innego rodzaju zarodniczki, które dopiero rozwijają się w źdźbło zboża i równocześnie z nim rosną, a dostawszy się aż do kłosa i zawiązków ziarn w nich wytwarzają zarodniki. Podobnie jak śniec rozwija się także głównia na pszenicy, owsie,

jęczmieniu i prosie; od śnieci odróżnia się tym, że nie występuje w ziarnach kłosa, ale na innych częściach jako czarna masa proszkowata, np. główńia guzowata na kukurudzy, na łodydze, liściach, korzeniach na całych kaczanach lub ich częściach tworzy guzy wielkie czasem jak pięść, wypełnione czarną masą zarodników.

Rdza zbożowa dotyka wszystkie zboża i wiele traw; posiada kilka postaci zarodników; letnie zarodniki występują na liściach i źdźbłach w postaci rdzawych plamek i kres; te zarodniki zwykle szerzą w lecie bardzo szybko zarazę, która nieraz znacznie osłabia rośliny. Później można spostrzec w tych samych miejscach kresy ciemne; pochodzą one od zarodników zimowych, kielkujących dopiero na wiosnę, przyczym wydają one



Rys. 134. 1—liść żyta z plamkami rdzy, 2—liść berberysu z plamkami poduszczkowatymi rdzy, 3—zarodniki rdzy, znacznie powiększone.

najpierw zarodniczki; zarodniczki te z łatwością zarażają krzaki berberysu, na którego liściach tworzą się rdzawe, poduszczkowate plamki, składające się już z trzeciej formy t. zw. koszyczkowych zarodników i te dopiero napowrót zarażają zboża i trawy.

Rdza pszeniczna różni się od poprzedniej tym, że formą, pośredniczącą w zarażaniu się zboża nie jest berberys, lecz chwasty, należące do ro-

dziny szorstkolistnych, u owsianej natomiast rdzy pośredniczą krzewy szakłaku i kruszyny. Są jeszcze osobne gatunki rdzy, występujące na burakach, lnie i na roślinach motylkowych.

Rak czyli kustrzebka koniczynowa jest to choroba, powodująca brunatnienie i gnicie koniczyn.

Zgorzel czyli kustrzebka rzepakowa powoduje przedwczesne żółknięcie rzepaku.

Na zbożach, trawach, koniczynach, łubinie, grochu i innych motylkowych roślinach, na chmielu, różnych drzewach i krzewach winorośli można nieraz widzieć powłoki białawe, pochodzą one od grzybka, nazwanego rosą mączną; grzybnia jego porasta liście i wysysa je swojemi ssawkami.

Zczernienie koniczyn: liście i łodygi dostają ciemne plamki, a potem całe brunatnieją skutkiem rozwoju w nich grzybka.

Poszczególne gatunki grzybków powodują czerwone plamy na liściach śliw, brunatne plamy na liściach i owocach, strupy na gałęziach grusz, brunatne plamy na liściach i owocach jabłoni, bardzo licznie rozrzucone, małe, suche plamki na liściach grusz i ich owocach, zsychnanie się liści czereśni, wiśni (liście żółkną, zsychnają i przez zimę wiszą zwinięte) i koszlawiznę ich owoców (są one tylko z jednej strony soczyste, szybko gniją).

Rak drzew szpilkowych, objawiający się nagłym usychaniem pozornie zdrowych drzew, sprowadza grzyb, niszczący korzenie; grzyb jadalny, zwany opieńką, jest zarodnią tego niszczyciela; wyciek żywiczny u nasady korzeni jest skutkiem tej choroby.

Butwienie wewnątrz drzew szpilkowych i liści powodują grzyby silnie się w nich gnieźdzące (huby).

Sprzęt traw zmniejsza nieraz znacznie zaraza traw—grzybek, który powłoką pleśniową otacza liście traw.

Sporysz t. j. czarne rożki, tworzące się w kłosach żyta w miejsce ziarna jest pasożytem; na opadłym na ziemię sporyszu (rys. 135) wyrastają na wiosnę kuliste ciała; w powierzchni ich tkwią worki z zarodnikami; te, uniesione przez wiatr, dostają się na zawiązki kwiatów żyta, rozrastają się w grzybnię, wydającą ciecź słodką z nowemi zarodnikami, które za pośrednictwem owadów dostają się na zdrowe zawiązki żyta.

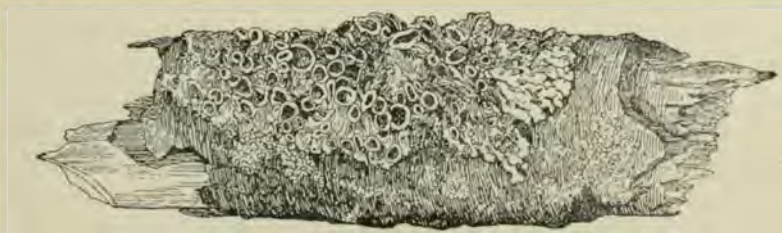
Grzyb domowy, powodujący gnicie belek i podłóg w mieszkaniach, przerasta je grzybnią, a na powierzchni wydaje plastrowate ciała owocujące z zarodnikami.

Kapeluszowe grzyby jadalne (pieczarka, maślarz, borowik, rydz) i trujące mają zarodniki na podstaweczkach, pokrywających spód kapelusza, stanowiący owoce, a grzybnia ich rozrasta się w ziemi zawierającej szczątki gnijące.

Porosty. Porosty, owe znane postrzępione skórzaste blaszki (rys. 136) i krzaczki na skałach i drzewach składają się z niezielonej grzybni i z zielonych ciałek; próby okazały, że te ciała zielone mogą się osobno rozwijać i że są to wodorosty.



Rys. 135. Sporozysty: 1 — kłos żyta z wystającymi różkami sporozysty (S). 2 — różek sporozysty kiełkujący (na wiosnę) w grzybnię wydającą ciała owocowe.



Rys. 136. Porost (tarczownica) na kawałku pnia.

B) Wodorosty.

Wodorosty. Wodorosty różnią się od grzybów przede wszystkim tym, że zawierają zieleń, która je uzdalnia do pobierania i przerabiania kwasu węglowego z powietrza. Tak jak u grzybów niema i u nich nigdy żadnych wyodrębnionych tk-



nek i niema korzeni, liści lub kwiatów. Jedynym odrębnym organem u tych roślin napotykanym są narządy, w których wytwarzają się zarodniki. Tworzenie się tych zarodników odbywa się podobnie, jak u niektórych grzybów, a u wielu wodorostów także i na drodze płciowej. Wodorosty (rys. 137) spotykamy przeważnie w wodzie słodkiej lub mor-



Rys. 137. Wodorosty: A—morski (kawałek), B—słodkowodny.

skiej (w tej znajdują się niektóre gatunki, dochodzące do 100 metrów długości).

C) Śluzowce.

Śluzowce. Śluzowce (rys. 138) przedstawiają się w postaci masy śluzowatej, która wskutek ruchu płynu, w niej się



Rys. 138. Śluzowiec.

znajdującego, może się powoli posuwać. Rozmnażają się albo przez dzielenie, albo zapomocą zarodników, wytwarzających się wewnątrz masy purchawkowatej, w którą śluzowiec się przekształca. Na korzeniach kapusty i innych roślin

krzyżowych występuje jeden pasożytny gatunek, wytwarzający na nich przepukliny i powodujący ich gnicie.

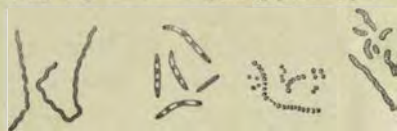
D) Mikroby.

Mikroby, ich budowa. Mikroby są to utwory ze wszystkich żyjących stworzeń najdrobniejsze: aby pojedynczy

osobnik można zobaczyć, potrzeba użyć szkieł bardzo silnie powiększających (mikroskopu). Budowa ich jest możliwie najbardziej pojedyncza; przedstawiają się bowiem jak pęcherzyki kuliste lub podłużne (bakterje) (rys. 139), nie-

które śrubowo skręcone. Są więc pojedynczymi komórkami. Skupienia ich zwą się kolonjami. Rozmnażają się przez dzielenie się na dwie połowy, lub też także przez wytwarzanie zarodników; dzieje się to w ten sposób, że błona mikrobu grubieje, lub też zawartość jego otacza się osobną błoną. Zarodniki są stosunkowo bardzo wytrzymałe na wyższą temperaturę, na wysuszenie i na trujące płyny. Podłoże, w którym się mikroby rozwijają, ulega przemianom rozmaitym; zmiana w podłożu odbywa się także skutkiem wydzielania przez mikroby fermentów, które na nie oddziałują.

Wszelka fermentacja (kwaśnienie mleka, wina i t. p.), dojrzewanie sera, kiszenie ogórków i kapusty, prawie wszystkie zaraźliwe choroby ludzi i zwierząt i wiele chorób roślinnych jest dziełem mikrobów, (albo także i drożdży, które w działaniu swym są bardzo do nich podobne). Rozkład ciał organicznych, tak przy przystępie powietrza (butwienie), jak i bez tegoż (gnicie) wywołują właśnie owe drobnoustroje. Tak daleko zachodzące przemiany wytłomaczyć sobie można nie do uwierzenia szybkim rozmnażaniem tych istot w odpowiednich warunkach. Mnóstwo mikrobów znajduje się w naturalnych zbiornikach wód i unosi się w powietrzu. Ponieważ według wyglądu, poznawanego w mikroskopie możnaby rozróżnić tylko bardzo niewiele gatunków, dlatego to przy ich rozpoznawaniu posługują się uczeni badaniem zachowania się ich na



Rys. 139. Bakterje.

różnych podłożach (pożywkach) i w różnych warunkach; odrębne zachowanie się, choćby tylko w jednym wypadku wskazuje nam osobny gatunek. W ten sposób określono dotychczas mnóstwo gatunków.

Chemiczne składniki ciała roślinnego.

Woda. Znaczną zawartość rośliny żyjącej stanowi woda; wiemy bowiem, że każda roślina przez wyschnięcie znacznie traci na wadze, a to, co z niej ubyło, jest wodą. Woda w ciele roślinnym jest w bezustannym ruchu: z jednej strony ciągle wyparowuje przez liście, z drugiej strony, wessana przez korzenie, doprowadza do wszystkich części ciała roślinnego pokarmy, pobrane z ziemi. Na każdy np. kilogram słomy lub ziarna roślina potrzebuje kilkaset kilogramów wody, z których tylko bardzo drobną cząstkę możemy znaleźć w danej chwili w jej ciele.

Ciała organiczne i nieorganiczne. Wyszuszonego ciała roślinnego składają się z ciał dwójakiego rodzaju: ciał palnych, które nazywamy materją organiczną i ciał niepalnych, popiołu, które nazywamy materją nieorganiczną. Nazwa materji organicznej powstała stąd, że jest ona właściwa ciału zwierzęcemu i roślinnemu, które nazywamy organizmami; palną materją organiczną przeciwstawiamy materji nieorganicznej, inaczej materją mineralną zwanej, ta bowiem jest właściwa kamieniom czyli minerałom.

Materja organiczna stanowi 90—99 części na 100 części (90—99%) wysuszonego ciała roślinnego.

Węgiel. Główną częścią, blisko połową suchego ciała roślinnego jest węgiel. Węgiel ten znajduje się nie w stanie wolnym, lecz złączony z innymi pierwiastkami w postaci chemicznych połączeń; w związku z pierwiastkami: wodorem, tlenem i azotem tworzy on ogromną ilość ciał organicznych, stanowiących ciało roślinne jak również zwierzęce. Z niektórymi z tych ciał zapoznaliśmy się już w ogólnym zarysie. Pozostaje nam tutaj dodać tylko parę uwag.

Cukier. Cukier znajduje się zazwyczaj w jednej z dwóch postaci: cukru trzcinowego lub glukozy. W burakach,

w trzcinie cukrowej, w łodygach kukurydzy jest zawarty cukier trzcinowy. W słodkich owocach, w kielkujących ziarnach zbożowych, w cebuli znajduje się glukoza.

W roślinach znajdują się jeszcze ciała pod względem chemicznym pokrewne cukrom, gdyż również należące do grupy węglowodanów, postacią jednak znacznie od cukrów odmienne. Są to skrobia i błonnik.

Skrobia. Skrobia jest złożona w nasionach roślin zbożowych i groszkowych, w korzeniach, bulwach i łodygach, w postaci okrągławych, drobniutkich ziarn. Ilość skrobi, zawartej w mące zbóż, grochu, bobu, soczewicy i kartofli jest bardzo znaczna. Mąka pszenna i żytnia zawiera 60 do 66^o/_o, jęczmień i soczewica 40 do 50^o/_o, kukurydza do 78^o/_o, wysuszone kartofle przeszło 70^o/_o skrobi. Skrobia posiada zdolność przemieniania się w roślinie na cukier gronowy.

Błonnik. Błonnik stanowi szkielet, nadający roślinie niezbędną moc i siłę, wskutek której może ona utrzymać własny ciężar i stawiać opór uderzeniom wiatru.

Tłuszcze. Tłuszcze najobficiej znajdują się w nasionach oleistych (lnu, konopi, rzepaku, kapusty, w orzechach włoskich i laskowych i t. p.).

Ciała białkowe. Ciała białkowe pochodzenia roślinnego zazwyczaj nazywamy ciałami proteinowymi. Najważniejszy z nich, tak zwany gluten, znajduje się w wielkiej ilości w nasionach zbożowych. Brunatna warstwa, zwłaszcza pod skórką nasienia, zawiera go osobliwie dużo. Gluten jest w wodzie nierozpuszczalny, może być zatem łatwo przez wypłukiwanie wodą oddzielony od skrobi.

Białko, zawarte w soku roślinnym kartofli, grochu, kalafiorów, szparagów, rzepy i t. p., którego woda nie wydziela przy zwykłej temperaturze, które jednak ścina się przy zagotowaniu, jak białko jaja, nazywamy albuminem.

Z tych samych soków, w których znajduje się albumin, przez zakwaszenie ich wydziela się znów nowe białko, które nazwano roślinnym sernikiem, ponieważ jest ono podobne z własności do sernika mleka.

Porównywując trzy te odmiany białka roślinnego z odmianami białka zwierzęcego, spostrzeżemy, że gluten ma największe podobieństwo do włókniaka mięsnego, albumin nie da się odróżnić od białka krwi i wreszcie sernik zupełnie jest podobny do sernika mleka.

Pochodzenie węgla, wodoru, tlenu i azotu w roślinie. Zapytajmy teraz, w jaki sposób powyższe ciała organiczne tworzą się w roślinie? Oto węgiel, znajdujący się w tych związkach, pochodzi z kwasu węglowego, który roślina zielona pochłania z powietrza. Wodór i tlen pochodzą z wody (H_2O), którą rośliny biorą z ziemi korzeniami. Azot zaś przeważnie nie pochodzi z powietrza, gdyż azot znajdujący się w stanie wolnym odznacza się trudnością wchodzenia z innymi pierwiastkami w połączenia chemiczne; jedynie tylko rośliny groszkowe mają zdolność pobierania azotu wprost z powietrza przy pomocy bakterji korzeniowych. Rośliny zatem, prócz groszkowych, pobierają azot korzeniami z ziemi i to nie w postaci pierwiastku wolnego, ale w postaci jego gotowych już połączeń z innymi pierwiastkami. Najważniejszymi z tych połączeń azotu są amoniak i kwas azotowy.

Amoniak. Amoniak jest połączeniem chemicznym jednego atomu azotu z 3 atomami wodoru (NH_3); jest to gaz mający bardzo silny, przykry świdrujący odór. Amoniak tworzy się przy gniciu ciał białkowych i innych ciał organicznych, zawierających azot.

Kwas azotowy. Kwas azotowy jest połączeniem jednego atomu wodoru, jednego atomu azotu i trzech atomów tlenu (HNO_3); jest to płyn silnie kwaśny i żrący. Kwasu azotowego w stanie wolnym nie spotyka się w naturze. Natomiast bardzo często spotykamy go w postaci połączenia z amoniakiem, jako azotan amonowy, z potasem lub sodem, jako azotany potasowe lub sodowe, zwane saletrą i t. p. Kwas azotowy w naturze tworzy się również z ciał organicznych zawierających azot. Gdy z ciał tych przy małym dostępie powietrza (tlenu) i przy niższej temperaturze wydziela się NH_3 , to znów przy dostatecznej ilości powietrza (tlenu) i wyższej temperaturze tworzy się HNO_3 .

Chlorofil. Przeróbka kwasu węglowego odbywa się w zielonych częściach rośliny, szczególnie liściach. Znajduje się tam zielony barwik—chlorofil. Zielone części rośliny mogą wykonywać czynność tej przeróbki, zwanej przyswajaniem, jedynie przy pomocy promieni słonecznych. Praca ich zupełnie ustaje, przy braku światła. Praca ta polega na rozerwaniu związku między węglem i tlenem w CO_2 . Węgiel, oderwany od tlenu, w tej chwili łączy się w roślinie z wodą a potem z azotem i tworzy materję organiczną.

Ciała nieorganiczne. W skład materji nieorganicznej ciała roślinnego wchodzi następujące pierwiastki: chlor, siarka, fosfor, krzem, potas, sól, wapno, magn i żelazo. Przyjrzyjmy się im po kolei, jako też najważniejszym ich związkom.

Chlor. Chlor jest pierwiastkiem, który w naturze w stanie wolnym nie istnieje, sztucznie zaś otrzymany przedstawia się jako gaz zielonawo żółty, o zapachu bardzo przykrym duszącym. Chlor bardzo łatwo łączy się z wodorem (również gazem) i tworzy tak zwany kwas solny.

Kwasami naogół nazywamy takie połączenia niektórych pierwiastków z wodorem, w których wodór może być zastępowany przez metale. Gdy wodór kwasu zastąpimy przez metal, wtenczas tworzy się sól. Np. jeśli na miejsce wodoru w kwasie solnym wstawimy sól (Na), utworzy się sól Na Cl, zwana chlorkiem sodowym (solą kuchenną). Wszystkie sole, utworzone w podobny sposób z kwasu solnego, nazywamy chlorkami. W postaci właśnie takich chlorków znajduje się chlor w ciele roślinnym. Obecność chlorków jest niezbędną dla rozwoju rośliny.

Siarka. Siarka (S) w stanie wolnym jest powszechnie znana: jest to ciało stałe o barwie żółtej. Siarka jest łatwo palna, a zapalona wydziela duszący gaz, dwutlenek siarki (SO_2). Związek siarki, tlenu i wodoru odpowiadający wyrazowi $\text{H}_2 \text{SO}_4$ jest mocno kwaśną, żrącą cieczą, zwaną kwasem siarkowym. Gdy na miejsce wodoru w kwasie siarkowym wstąpią rozmaite metale (np. potas, sól, żelazo, wapń i t. p.), tworzą się sole, zwane siarkanami lub siarczanami. W postaci takich siarkanów siarka znajduje się w popiele roślinnym.

Fosfor. Fosfor (P) w stanie wolnym znajdujemy w zapalkach. Fosfor jest ciałem stałym, bardzo łatwo zapalnym. Palenie się fosforu jest jego łączeniem się z tlenem powietrza, przyczem tworzy się tlenek fosforowy (P_2O_5). Kwas fosforowy tworzy z metalami sole, które nazywamy fosforanami. W postaci fosforanów znajduje się fosfor zawsze w ciele roślinnym.

Krzem. Krzem (Si) jako pierwiastek może być tylko sztucznie otrzymany. W naturze istnieje on w ogromnych ilościach w postaci połączenia z tlenem SiO_2 , zwanego pospolicie krzemionką. Piasek jest właśnie tą krzemionką trochę tylko zanieczyszczoną. Większa część skał i kamieni składa się z krzemianów t. j. z połączeń krzemionki z rozmaitemi metalami. Krzemionka nie jest niezbędną dla ciała roślinnego, dostaje się jednak doń zawsze, ze względu na swe tak ogromne rozpowszechnienie w glebie.

Potas. Potas (K) w stanie wolnym jest metalem, W tym stanie jednak nie spotykamy go w naturze, gdyż potas zbyt się łatwo utlenia, łączy się z tlenem i daje połączenie K_2O . Ten tlenek potasu łatwo łączy się z kwasami: w połączeniu z kwasem węglowym tworzy węglan potasowy (K_2CO_3), czyli poprostu potaż, mający smak ługowaty; potaż znajduje się w bardzo znacznych ilościach w popiele roślin. W ziemi potas znajduje się zazwyczaj pod postacią połączenia z krzemionką.

Sód. Sód (Na) jest metalem bardzo podobnym do potasu, również w naturze nie spotykanym w stanie wolnym. Jego tlenek oznaczamy wyrazem Na_2O . Najważniejszym połączeniem sodu jest sól kuchenna; jest to połączenie jednego atomu chloru z jednym atomem sodu ($NaCl$), zwane inaczej, a słuszniej, chlorkiem sodowym. Węglan sodowy (Na_2CO_3) jest dobrze nam znany w naszym życiu powszednim pod nazwą sody. Sól glauberska, używana jako środek leczniczy, jest połączeniem sodu z kwasem siarkowym (Na_2SO_4). W popiele roślinnym zazwyczaj znajduje się znacznie mniej sodu, niż potasu; sól bowiem jest dla życia roślinnego użyteczny, ale nie konieczny, natomiast bez potasu roślina nie może się obejść.

Wapń. Wapń (Ca) jest metalem, który podobnie jak potas i sól, może być tylko sztucznie otrzymany. Tlenek wapnia CaO , zazwyczaj nazywamy wapnem palonym, otrzymujemy

bowiem to ciało przez wyprażenie kamienia wapiennego w piecach. Kamień wapienny jest węglanem wapna (Ca CO_3). Przy prażeniu kwas węglowy (CO_2) uchodzi, a wapno Ca O zostaje. Marmur i kreda są również węglanem wapna. Opoki i margle zawierają dużo węglanu wapna, zanieczyszczonego jednak przez glinę i piasek. Gips jest siarkanem wapna (Ca SO_4). Wapno jest roślinom koniecznie potrzebne do życia, to też zawsze znajdujemy wapno w popiele roślinnym.

Magn. Magn (Mg), metal, również tylko sztucznie może być otrzymany. Tlenek magnu Mg O nazywamy magnezją; używany bywa w lecznictwie. Sól gorzka, również jako lek często używana (wody gorzkie), jest siarkanem magnowym (Mg SO_4). Związki magnu znajdują się w popiele w małych ilościach, lecz zawsze.

Żelazo. Żelazo (Fe) znajduje się w roślinach również nie jako pierwiastek, lecz w postaci połączeń. Połączenia te żelaza są koniecznie potrzebne dla rozwoju rośliny; jeśli bowiem roślinie zabraknie w pokarmach związków żelaza, powoli zaczyna ona tracić swą zieloną barwę, liście coraz wolniej przyswajają pokarmy, aż wreszcie roślina więdnie.

Pierwiastki chemiczne niezbędne dla rozwoju rośliny. Z powyższego widać, że roślina koniecznie potrzebuje dla swego rozwoju następujących pierwiastków chemicznych: wodoru i tlenu (woda), azotu (azotany), fosforu (fosforany), siarki (siarkany), chloru (chlorki), potasu, wapnia, magnu i żelaza. Natomiast może obchodzić się bez sodu i krzemu, które jednak przechodzą do ciała roślinnego z roli, obfitującej w związki sodu i krzemiany.

Budowa roślin, ich odżywianie i rozmnażanie się.

Budowa komórki roślinnej. Podobnie jak ciało zwierzęce, tak również ciało roślinne zbudowane jest z komórek. Najniższe rośliny (np. liczne wodorosty, bakterje) składają się z jednej komórki i zwą się przeto roślinami jednokomórkowymi. Pozostałe rośliny, złożone z większej ilości komórek, zwą się wielokomórkowymi.

W każdej komórce roślinnej, podobnie jak w zwierzęcej możemy odróżnić plazmę i jądro, zamknięte w błonnikowej powłoce.

Plazma jest ciekła lub galaretowata; składa się z bardzo złożonej mieszaniny rozmaitych ciał, będących w drodze przeróbki. Plazma posiada zdolność przerabiania ciał nieorganicznych na organiczne; wyrabia ona takie ciała jak białko, włóknik, błonnik i tłuszcze oraz ciecz pożywną (zawierającą związki kwasu fosforowego, potasu, magnezji, węglan amonowy, kwas octowy, wodę i t. d.). W plazmie zawarte są w zielonych częściach roślin drobne "gałeczki chlorofilu. Nadto w plazmie komórek roślinnych znajdują się często ziarenka skrobi, krople tłuszczu i ziarenka barwikowe; od koloru tych ziarenek barwinkowych zależą rozmaite barwy płatków w kwiatach.

Jądra komórkowe nie powstają z protoplazmy, lecz są potomkami innych jąder. Jądra rozmnażają się zawsze przez podział. Komórki powstają albo przez odmłodzenie się, pączkowanie, albo przez sprzężenie, albo wreszcie przez dzielenie. W pierwszym wypadku jądro porzuca komórkę, w której się znajdowało i tworzy nową komórkę. W drugim wypadku dwa jądra łączą się ze sobą i tworzą nową komórkę. Powstanie komórek przez dzielenie odbywa się w sposób opisany już przy komórce zwierzęcej.

Tkanki. Podobnie jak w ciele zwierzęcym, tak również w ciele roślinnym komórki łączą się w tkanki, przeznaczone do rozmaitych czynności. Główne tkanki, wchodzące w skład rośliny są: twórcza, przyswajająca, przechowująca, wydzielająca i umacniająca.

Tkanki twórcze są to te, z których powstają wszystkie inne. Znajdują się one na końcach rośliny, na końcu korzenia i pędów (u zbóż także w kolankach). Ustawiczne dzielenie się ich komórek sprawia wzrost rośliny.

Tkanki przyswajające posiadają budowę bardzo delikatną i głównie odznaczają się bogactwem ziarenek chlorofilowych. Zadaniem tej tkanki jest odżywianie rośliny przez przerabianie dwutlenku węgla i wody na ciała organiczne. Tkanka przyswajająca skupia się na częściach rośliny, wystawionych na światło, a szczególnie w liściach.

Tkanki przechowujące lub zapasowe gromadzą rozmaite wytworzone produkty. Za przykład tych tkanek mogą służyć tkanki bulwy kartofli, grubych korzeni marchwi i buraków, bielmo nasion i t. p.

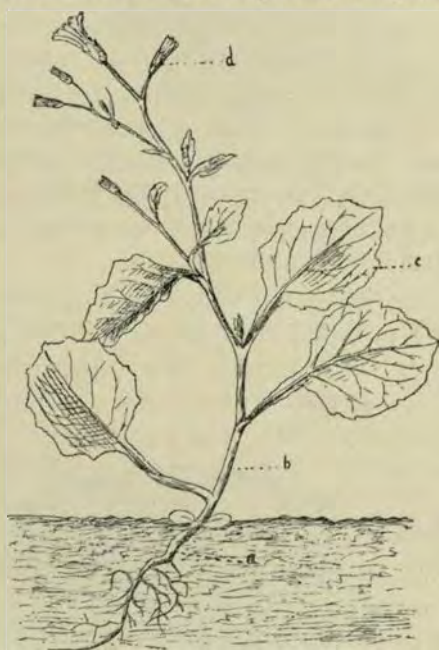
Tkanki wydzielające zawierają w swych komórkach ciała, których roślina nie używa na pożywienie, a których nie może wydzielić na zewnątrz swego ciała, jak to czynią zwierzęta, np. przewody żywiczne i t. p.

Tkanki umacniające, tworzące szkielet rośliny, składają się z włókien t. j. komórek wąskich, a bardzo długich, oraz komórek grubościennych twardzieli i zgrubiałych w kątach zwarcicy. Tkanki takie szczególnie rozwinięte spotykamy u roślin wyższych. Obficie we włókna uposażone są: len, konopie, pokrzywa, liczne trawy, łodygi drzew. Tkanki twardzieli i zwarcicy grupują się przeważnie w rozmaitych częściach rośliny, które dzięki temu odgrywają rolę narządów podtrzymujących rośliny, podobne do tych, które poznaliśmy u człowieka i zwierząt.

Narządy rośliny. Roślina wyższa składa się z narządów, pełniących różne czynności (rys. 140).

Korzeń. Korzeń jest tą częścią rośliny, która zagłębiając się w glebę, czerpie z niej pożywienie dla rośliny.

Rośnie on ku środkowi ziemi, ulegając sile ciężenia. Posiada rozgałęzienia, zwane korzeniami bocznymi, których końcowe gałązki są pokryte włoskami chłonnymi, zwanymi włosnikami.



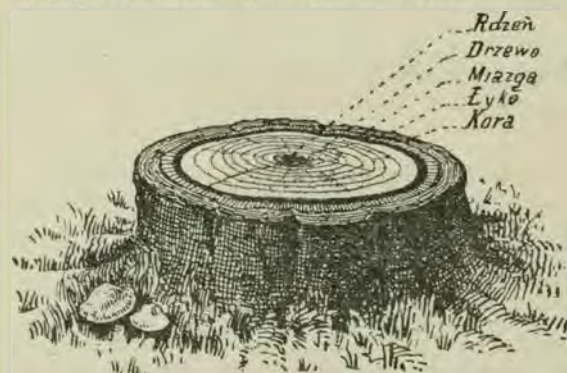
Rys. 140. Roślina nasienna: a—korzeń w ziemi, b—łodyga, c—liście, d—kwiaty.

Korzeń unika światła, a poszukuje wilgoci. Zadaniem korzenia jest wchłanianie pokarmów z ziemi, równocześnie zaś umacnia on roślinę w gruncie, a często jest składem jej materiałów zapasowych.

Wchłanianie. Aby się przekonać, jak się odbywa wchłanianie pokarmów przez rośliny, wykonywamy następujące doświadczenie. Nalejmy w szklankę czystej wody i obciagniemy jej otwór szczelnie pęcherzem, następnie obróćmy szklankę pęcherzem na dół i zanurzymy w naczyniu z wodą ocukrzoną. Po pewnym czasie zauważymy, że woda w szklance stała się słodką; oczywiście za tym cukier przeszedł przez pęcherz i rozpuścił się w czystej wodzie. Zjawisko takie nazywamy przesiąkaniem. Otóż właśnie dzięki temu przesiąkaniu, pokarmy przedostają się z gleby do korzeni. Kiedy zaś włósniki i cieniutkie rozgałęzienia korzenia, przesiąkną pokarmem, pokarm zaczyna się wznosić coraz wyżej po łodydze i korzonki znów są w stanie wchłonąć nowe pożywienie.

Łodyga. Łodyga jest częścią rośliny, unoszącą się w powietrzu. Łodyga rośnie w kierunku przeciwnym działaniu ciężenia, kieruje się bowiem zawsze ku światłu. U roślin, które osiągają znacznych rozmiarów, łodyga staje się zdrzewniałą, przyjmując postać pnia twardego.

Pień. Pień (rys. 141) dzielimy na następujące warstwy podłużne: korę, lyko, miazgę, drewno i rdzeń.



Rys. 141. Pień (w przecięciu).

Lyko składa się z cieniutkich włókien, nadających łodydze sprężystość, oraz z cieniutkich rureczek, zwanych rurkami

Kora ma znaczenie odzienia, pokrywającego ciało rośliny; zabezpiecza ona roślinę od deszczu, mrozu i zbyt wielkich upałów, a zarazem nie pozwala wodzie i sokom ulatniać się na zewnątrz.

sitkowemi, po których soki spływają od liści aż do korzeni.

Drewno składa się również z cieniutkich rurczek zwanych naczyńkami, po których wznoszą się od korzeni soki zaczerpnięte z ziemi.

Miazga, cieniutka i miękka warstewka, znajdująca się między łykiem i drewnem, składa się z tkanki twórczej. Ona to głównie rozrasta się kosztem soków roślinnych, przyczem ta część miazgi, która znajduje się na granicy z drewnem, przekształca się w przeciągu roku w nową warstwę drewna, z drugiej zaś strony na granicy łyka powstaje nowa warstewka łyka. Ale ponieważ sama miazga się odnawia, więc nigdy jej nie ubywa.

Rdzeń składa się z komórek cienkościennych; jest to miejsce łądygi, w którym gromadzą się materiały zapasowe.

Liście są żołądkiem rośliny. Liście mają największy udział w odżywianiu rośliny. Słusznie można je nazwać żołądkiem rośliny. Ciała mineralne (nieorganiczne), wessane przez korzeń, przedostają się przez łądygę do liści i tutaj dopiero w blaszkach liściowych odbywa się przerabianie pokarmów przyjętych—na ciało roślinne.

Przerabianie pokarmów. Ciała jednak mineralne same nie wystarczają do wytworzenia ciała roślinnego. Otóż węgiel, niezbędny dla wytworzenia ciał organicznych, czerpią liście z powietrza, z zawartego w nim kwasu węglowego. W liściach zatym spotykają się ciała mineralne i kwas węglowy, łączą się razem i przerabiają pod działaniem ciepła i światła słonecznego w inne ciała, z których tworzy się ciało roślinne.

Wypacanie. Liście wypełniają jeszcze jedno ważne zadanie: oto wypacają wodę, którą wchłonęły korzenie wraz z ciałami mineralnymi.

Szparki oddechowe. Ważną jeszcze rolę odgrywają w liściu tak zwane szparki oddechowe, rozmieszczone przeważnie na dolnej powierzchni blaszki liścia. Szparki te są to malutkie otworki; posiadają one zdolność rozszerzania i zwężania się; służą do wymiany gazów.

Kwiat. Kwiat (rys. 142) jest u roślin nasiennych narządem rozmnażania się; wyrasta on na szypułce (sz), a składa



Rys. 142. Kwiat przecięty pódłużnie, objaśnienie liter w tekście.

się przeważnie: z dna kwiatowego cz. osadnika (d, d), kielicha (k), korony barwnej (ko), pręcików (p), i słupka (sl.).

Organy: męski i żeński. Pod tym względem najważniejszymi częściami kwiatu są: organ męski — pylnik, wytwarzający pyłek i organ żeński — słupek, zawierający

w swym wnętrzu maleńkie ciała, zwane zalążkami. Pylniki są osadzone na pręcikach. Każdy pylnik składa się z dwóch podłużnych komór, wypełnionych pyłkiem kwiatowym, zazwyczaj zabarwionym na żółto. Ziarnka tego pyłku są to luźne, pojedyncze komórki, zawierające plazmę z jądrem pośrodku i okryte podwójną błoną.

W słupku dają się odróżnić trzy części: dolna grubsza czyli zalążnia, górna, cienka szyjka i na wierzchołku szyjki znamię (jedno lub kilka). Główną z tych trzech części jest zalążnia. Zalążnia jest wewnątrz wydrążona i stanowi bądź jedną ogólną komorę, bądź jest podzielona na 2—5 i więcej komór. W każdej komorze są umieszczone zalążki (jeden lub więcej); zalążek składa się z wielu maleńkich komórek, z których najważniejsze są komórki rozrodcze.

Zapylenie. Gdy ciała pyłkowe rozwinęły się należycie, pylniki pękają, pyłek wysypuje się z komór i dostaje się na znamię słupka. Przeniesienie pyłku na znamię, zwane zapyleniem, jest koniecznym warunkiem zapłodnienia (rys. 143).

Zapłodnienie. Gdy pyłek (p) znajduje się na znamieniu (zn), wypuszcza łagiewkę (f), wrasta w znamię, zagłębia się w szyjkę (sz), dochodzi do zalążka (z) i oto przez połączenie ziarnka pyłkowego i komórki rozrodczej zalążka następuje zapłodnienie, wytwarza się jajko zapłodnione, stanowiące początek nowego osobnika rośliny. Jajko zapłodnione rozrasta się przez dzielenie na coraz większą ilość komórek i tworzy się z niego zarodek. Zarodek ten może wypełniać całe przyszłe nasienie, albo też pozostaje on stosunkowo bardzo mały i spoczywa w bielmie, wytworzonym z innych części zalążka. Okrywa nasienna powsta-

je z okrywy zalążka. Równocześnie z tworzeniem się nasion z zalążków, rozrasta [się także zalążnia — tworzy się owoc.

Ściana zalążni może wykształcić się w suchą osłonę nasienia lub nasion, albo mięsistą, albo też część wewnętrzna jej może zamienić się w twar-
dą okrywę, a zewnętrzna w mięsistą i t. d. Na wytworzenie owocu może się nawet składać rozrastający się kie-
lich lub osadka kwiatowa.

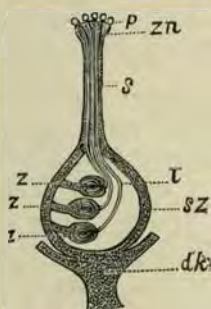
[Sposoby przenosze- Ciekawą jest też rze-
nia pyłku na znamię. nia pyłku na znamię.

część poznać, jak pyłek dostaje się na znamię. Jeżeli pylnik znajduje się w równej wysokości ze znamieniem słupek i słupek jest dosta-
tecznie rozwinięty, następuje samoza-
pylenie się t. j. pyłek pada wprost na znamię. Jeżeli pylniki znajdują się wyżej lub niżej, niż znamię, wtedy py-
łek dostaje się na znamię tego samego kwiatu lub innego kwiatu,

za pośrednictwem wiatru lub owadów. Przenoszenie się pyłku z jednego kwiatu na drugi, tak zwane krzyżowanie, musi nastąpić, gdy kwiaty są jednopłciowe t. j. jedno zawierają tylko słupek, a drugie pręciki, a także i wtenczas, gdy rozwój słupeków i pylników nie jest równoczesny t. j. gdy pyłek musi padać na słupek również dojrzały. Owady spełniają rolę przenoszenia pyłku, dzięki zmyślności roślin, które, by ściągnąć do siebie owady, wydzielają miód na dnie kwiatów. Zewnętrz-
ną przynętę dla owadów stanowi barwność płatków korony, lub działek kielicha i zapach pochodzący od olejków ulatniających się z kwiatów w powietrze.

Inne sposoby roz-
mnażania się roślin
nasiennych.

Rośliny nasienne rozmnażają się często także na innej drodze; mianowicie zapomocą wytwarzania podziemnych rozłogów (perz),
bulw (ziemniak rys. 144), cebulek (lilje). W tych organach gromadzi roślina zapas pokarmów, podobnie, jak w nasieniu, które odżywia roślinę młodą, zanim nie wydostanie się ona na wierzch i nie zakorzeni się. Nowe osobniki mogą się wy-
tworzać także przez odrastanie z części organów doro-

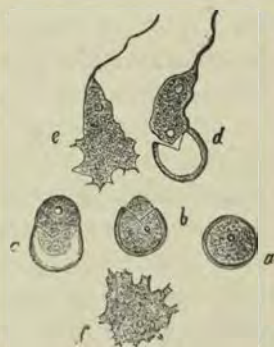


Rys 143. Słupek w prze-
cięciu podłużnym, w któ-
rym widać zalążki (z),
zapyłane pyłkiem (p, ł),
s — szyjka, sz — zalążnia,
dk — dno kwiatowe.

szych roślin np. pnia uciętego (dąb) albo z kawałków gałęzi (wierzba) lub drobnych gałązek z pączkami (pelargonja i t. p.).



Rys. 144. Ziemiak z bulwami młodeymi, i starą, z której wyrósł.



Rys. 145. Kiełkowanie zarodnika śluzowca: a—zarodnik, b, d—kiełkowanie w płytkę (e), f—śluzowiec (roślina jednokomórkowa).

Rozmnażanie się roślin nienasiennych. U roślin nienasiennych (gromady II i III) rozmnażanie odbywa się nie zapomocą nasion, lecz albo zapomocą zarodników, albo przez prosty podział. Dlatego nazywają je wogóle zarodnikowemi. Zarodnik (rys.145) różni się zasadniczo tym od nasienia, że jest jedną albo co najwięcej podwójną komórką, podczas gdy nasienie składa się z bardzo wielu komórek i części składowych (znajduje się w nim zarodek t. j. niejako ca-

ła roślinka, osobne okrywy, często bielmo). Zarodniki nie wytwarzają się, jak nasiona, z zązków, lecz bądź: 1) na drodze bezpłciowej przez podział pewnych komórek i otoczenie się tych silniejszą błoną, lub też otoczywszy się błoną, bez takiego podziału (mikroby); 2) albo na drodze płciowej, a mianowicie: przez połączenie się dwóch komórek, należących do osobnych nitek organizmu, zlanie się ich zawartości i otoczenie się błoną (u niektórych grzybów i wodorostów), albo przez wytwarzanie w specjalnych organach komórek uzdolnionych do samoistnego ruchu, tak zwanych pływek; u wielu męskie pływki łączą się z żeńskimi, a powstałe ciało stanowi już zarodnik, albo też wytwarza zarodniki przez podział swego wnętrza.

Niektóre rośliny niższe rozmnażają się także często przez dzielenie się całego ich organizmu, będącego tylko jedną komórką (mikroby, wiele wodorostów).

Z I E M I A.

I. Wszechświat.

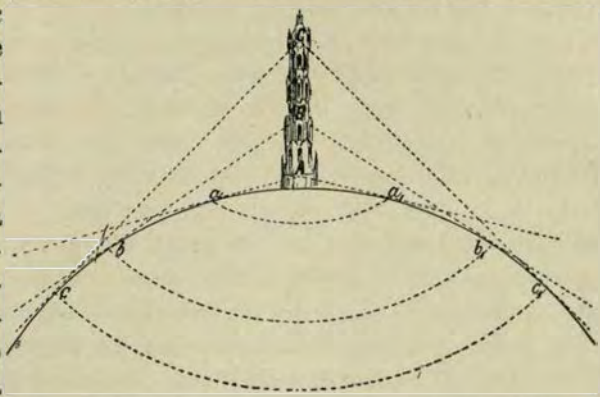
Ziemia jest częścią wszechświata. Gdy słońce w dzień nam przyświeca, gdy wieczorem widzimy daleko ponad swemi głowami księżyc i gwiazdy, dochodzimy do przekonania, że świat nie kończy się na ziemi, że ziemia nasza jest tylko jednym ze światów, jest częścią wszechświata.

Ziemia ma postać kuli. Każde z ciał niebieskich przedstawia się oczom naszym w kształcie tarczy kolistej. Ziemia nasza również może być przez nieświadomych uważaną za płaszczyzną kolistą. Gdy bowiem wyjdziemy na obszerną równinę, widzimy, że naokół ziemia, jak to mówią, łączy się z niebem, i że tak zwany widnokrąg czy horyzont wygląda jak wielkie koło. Dlaczego jednak ten horyzont wszędzie jest jednakowo wielki, dlaczego, stojąc na równinie, nie widzimy przestrzeni dalej, jak na jedną milę? Że nie zależy to bynajmniej od siły naszego wzroku, wynika stąd, że wzrokiem naszym możemy sięgać do słońca i gwiazd, oddalonych na dziesiątki i setki tysięcy mil.

Skoro staniemy na wzgórzu, lub wogóle na jakimś wzniesieniu, to widnokrąg staje się tym większy, im na większym wzniesieniu stoimy. Możemy to wyjaśnić sobie w następujący sposób. Narysujmy wielkie koło (rys. 146), które ma przedstawiać kulę ziemską; wyobraźmy sobie, że stoimy na wzniesieniu oznaczonym przez punkt A,—widzimy wtedy tylko te przedmioty, które znajdują się nie dalej, jak sięga koło aa_1 ; gdy sta-

niemy wyżej np. w miejscu B, to będziemy mogli widzieć wszystkie przedmioty, które sięgają koła bb_1 , gdy jeszcze wyżej w C, to zobaczymy jeszcze więcej przedmiotów w obrębie koła cc_1 .

Musimy więc przypuścić, że ziemia w danym miejscu nie jest płaską, lecz wypukłą; a że na każdym miejscu ziemi dzieje się z widnokregiem to samo, ziemia



zatem musi być wszędzie jed-

Rys. 146. Rozszerzanie się widnokregu skutkiem kulistości ziemi.

nakowo wypukłą, musi być kulą, bo tylko kula ma powierzchnię wszędzie jednakowo wypukłą.

Często spostrzegamy, że gdy zbliżamy się do jakiegoś wysokiego przedmiotu, np. góry, czy wieży, naprzód widzimy jego wierzchołek, potem niższe części, a wreszcie spód.

Gdy słońce wschodzi, oświetla ono naprzód szczyty gór i wierzchołki drzew, a potem stopniowo wszystkie przedmioty od góry do dołu.

Gdybyśmy wyjechali z jakiegoś miejsca i jechali ciągle przed siebie w jednym i tym samym kierunku, nie zbacząc ani w prawo ani w lewo, to objechalibyśmy ziemię naokoło i wrócili z powrotem w to samo miejsce.

Wszystkie te dowody stwierdzają, że ziemia ma kształt kuli. Ściśle przeprowadzone pomiary powierzchni ziemi dowiodły, że jest ona kulą z dwóch przeciwległych końców lekko spłaszczoną, to jest, poniekąd podobną np. do kształtu pomarańczy.

Wszystkie ciała niebieskie mają kształt kuli.

Słońce, księżyc i gwiazdy mają również kształt kulisty. Przekonywa nas o tym fakt,

że patrząc na nie z naszej ciągle obracającej się ziemi, a zatem patrząc coraz to z innego punktu, widzimy

je zawsze w postaci koła. A ponieważ tylko kula jest jedynym ciałem, które zdaleka z jakiegokolwiek bądź punktu widziane, zawsze wydaje się nam kołem, a zatem słońce, księżyc i gwiazdy są również ciałami kulistymi.

Obrót ziemi koło osi. RzUCA się nam ciągle w oczy, że słońce, księżyc i gwiazdy znajdują się w ciągłym ruchu, przesuwa ją się z miejsca na miejsce. Długo też ludziom zdawało się, że wszystkie ciała niebieskie krążą koło ziemi. Z biegiem czasu przekonano się, że ziemia ciągle obraca się dokoła siebie, kręci się jak bąk puszczony w ruch t. j. tak, jak gdyby obracała się około tkwiącej w niej osi, przechodzącej od najwyższego północnego jej punktu, tak zw. bieguna północnego, do bieguna południowego. Osi w rzeczywistości żadnej niema; gdy mówimy o niej, to przez to pragniemy sobie łatwiej wytłumaczyć obrót ziemi. Ziemia kręci się bardzo szybko (około $\frac{1}{2}$ kilometra na sekundę), ale że jest bardzo wielką (ma około 5400 mil obwodu) więc, zanim raz się obróci, upływa 24 godziny, czyli jedna doba. Na tej stronie ziemi, która w obecnej chwili obrócona jest ku słońcu, mamy dzień, a na drugiej połowie, odwróconej od słońca, panuje noc.

Łatwo to zrozumiemy, gdy wykonamy następujące doświadczenie: zawieśmy niedaleko lampy jabłko na sznurku i powoli je obracajmy, zobaczymy, że połowa jabłka, w danej chwili zwrócona do lampy, jest oświetlona, a druga połowa — w cieniu.

Wirowanie słońca. Słońce obraca się około swej osi tak samo jak ziemia. Gdy patrzemy na nie przez szkło zakopcone, spostrzegamy na nim plamy i zauważamy, że każda plama przesuwa się z jednego końca na drugi w ciągu 13 dni, znika, a potem po trzynastu dniach znowu się zjawia; a zatem obrót każdego punktu na słońcu odbywa się 26 dni czyli obrót słońca odbywa się w 26 dniach.

Obrót ziemi i innych planet naokoło słońca. Słońce obraca się 5 razy szybciej od ziemi, chociaż jest o $1\frac{1}{2}$ miliona razy większe od ziemi, a wydaje nam się tak małym, gdyż odległe jest od nas o 20 milionów mil. Naokoło tego olbrzyma krąży ogromna ilość ciał niebieskich, zwanych planetami. Ziemia jest także planetą t. j. nie tylko wiruje, obraca się jakby koło osi, lecz równocześnie posuwa się we wszechświecie z zachodu na wschód krążąc koło słońca. Całkowity jeden obrót

naokoło słońca dokonywa ziemia przez jeden rok (dokładniej 365 dni 5 godzin 48 minut 48 sekund).

Obrót księżycy koło osi i naokoło ziemi i słońca. Księżyc, podobnie jak ziemia i słońce, obraca się jakby koło osi, równocześnie jednak w ciągu $27\frac{1}{2}$ dni obiega wkoło ziemię w kierunku ze wschodu na zachód, jest zatem towarzyszem ziemi, wraz z nią obracającym się koło słońca. Co do rozmiarów jest on znacznie (50 razy) mniejszy od ziemi, a wydaje się nam w porównaniu ze słońcem tak dużym, gdyż bliższy jest ziemi, niż ziemia słońca.

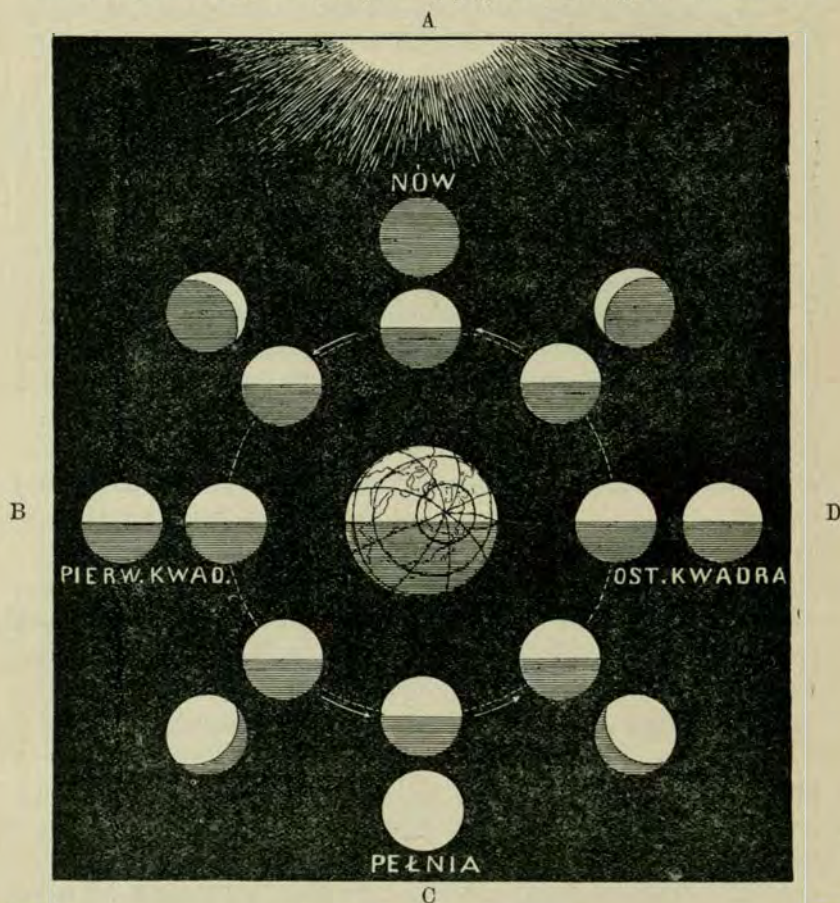
Słońce jest źródłem ciepła. Ziemia i księżyc są ciałami ciemnymi i zimnymi i mają twardą skorupę. Słońce zaś jest ognistą, ogrzewającą wszystko kulą płonąca.

Słońce jest prawdziwym dobroczyńcą naszej ziemi; jemu zawdzięczamy i światło dzienne i ciepło, które nas grzeje, pogodę, deszcz, burzę, całe życie roślin, zwierząt i ludzi. Gdyby pod działaniem ciepła słonecznego woda nie parowała, nie byłoby deszczów. Gdyby słońce nie ogrzewało powietrza w jednym miejscu silniej, niż w drugim, powietrze byłoby stale jednakowo ciepłe i nie poruszałyby się; obecnie zaś powietrze ogrzane stale unosi się w górę, bieży ku biegunom, tam się oziębia, znów wraca do miejsc cieplejszych i t. d. Ten ruch powietrza to wiatr, który pędzi ze sobą parę wodną, obłoki, chmury, deszcze, burze, huragany. Tak więc słońce jest przyczyną wszystkiego, co się dzieje na ziemi.

Światło i odmiany księżycy. Światło słoneczne dochodzi do nas nawet wśród nocy za pośrednictwem księżycy. Księżyc sam jest kulą ciemną, nie świecąca, a światło, którego on nam w nocy użycza, jest tylko odbłyskiem światła słonecznego. Gdyby bowiem księżyc sam świecił, to nie byłoby tak zwanych faz cz. zmian księżycy t. j. księżyc nie ukazywałby się w kształcie talerza, potym sierpa, potym nie stawałby się niewidzialnym, ale miałyby zawsze kształt okrągły. Fazy księżycy wynikają z rozmaitego wzajemnego położenia słońca, księżycy i ziemi.

Słońce (rys. 147) w punkcie A nie zmienia swego miejsca; a zatem ta tylko strona księżycy może być oświetlona, która jest zwrócona ku słońcu. Gdy księżyc w drodze swej naokoło zie-

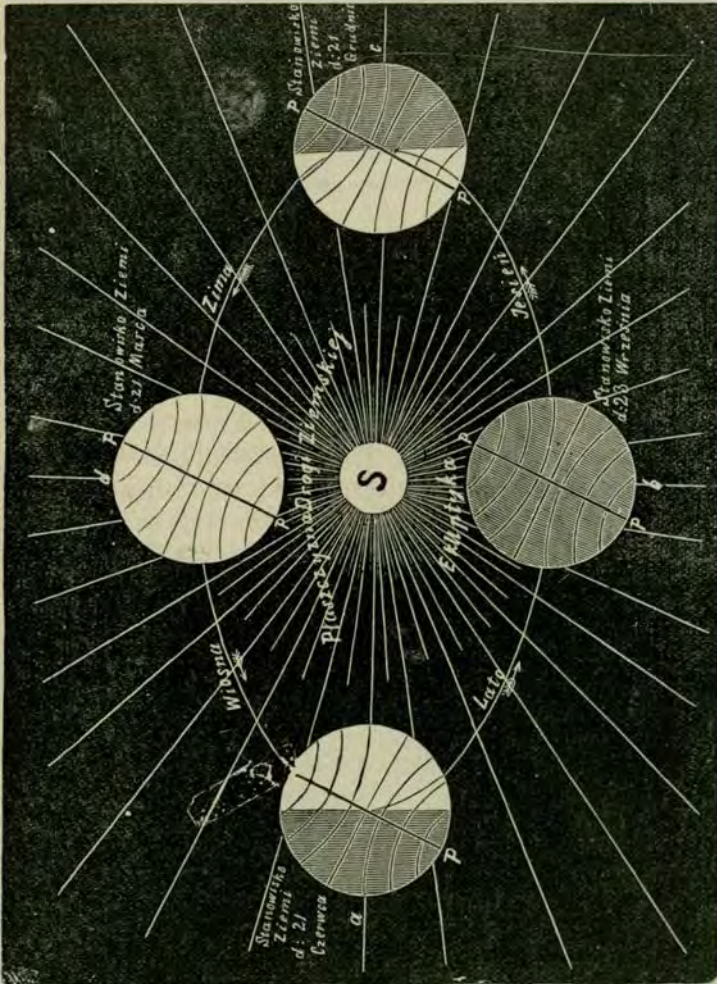
mi znajduje się między słońcem a ziemią, t. j. w położeniu A, oświetlona jego strona jest dla ziemi niewidzialna i mamy wtedy nów. W drodze swej księżyc stopniowo oddala się od słońca i w jakiś czas widać połowę jego obróconą ku słońcu lecz



Rys. 147. Światło i odmiany księżyca.

nie całą odrazu; najpierw jest widoczny wąski pas jego w kształcie sierpa, pas ten powoli się wypełnia i po 7 dniach księżyc staje w położeniu B, ma kształt jasnego półkola i wtedy jest pierwsza kwadra. W dalszej drodze, księżyc przechodzi w położenie C t. j. takie, że ziemia znajduje się między nim a słoń-

cem; widzimy wtedy całą jego stronę oświetloną przez słońce, jest to pełnia. Następnie zaczyna księżyc zmniejszać swą oświetloną powierzchnię, dochodzi do położenia D, jest to ostatnia kwadra. Potym idzie w ciągu 7 dni ku nowiu i t. d.



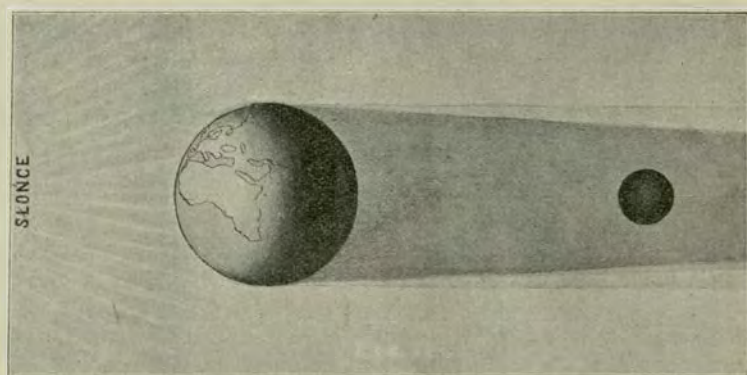
Rys. 148. Pory roku.

Pory roku. Podobnie, jak fazy księżyca wynikają z rozmaitego położenia księżyca względem ziemi, tak z rozmaitego położenia ziemi względem słońca wynikają pory roku. Wiemy, że gwiazdy na niebie zmieniają swe położenie, że widzimy je

w coraz to innym miejscu, i że jedna tylko gwiazda północna inaczej zwana polarną zawsze jest w jednym miejscu w stronie nieba północnej. Musimy więc przypuścić, że kula ziemską tak się obraca koło siebie i krąży koło słońca, jakby owa przez nas wyobrażana oś ziemską zawsze była jednakowo nachylona do płaszczyzny drogi ziemskiej i jednym końcem stale zwrócona do gwiazdy polarnej (patrz rys. 148, str. 141).

Wskutek tego w grudniu większa część północnej półkuli ziemi jest bardziej odchylona od słońca i panuje tam zima, a na południowej, nachylonej do słońca—lato. W czerwcu półkula północna jest nachylona do słońca zbliżona, a południowa odchylona, oddalona. W jesieni i na wiosnę oba bieguny ziemi są jednakowo oddalone od słońca i jednakowo ogrzewane.

Zaćmienia księżyca i słońca. Widzimy nieraz, że na jasnej powierzchni słońca, lub księżyca zjawia się nagle na pewien czas plama, częściowo lub zupełnie go zaciemniając i potem znika. Są to tak zwane **zaciemnienia**, które bywają częściowe lub zupełne. Ziemia, jak wiadomo, otrzymuje światło od słońca, rzuca zatył za sobą długi cień, jak każda rzecz wystawiona na słońce.

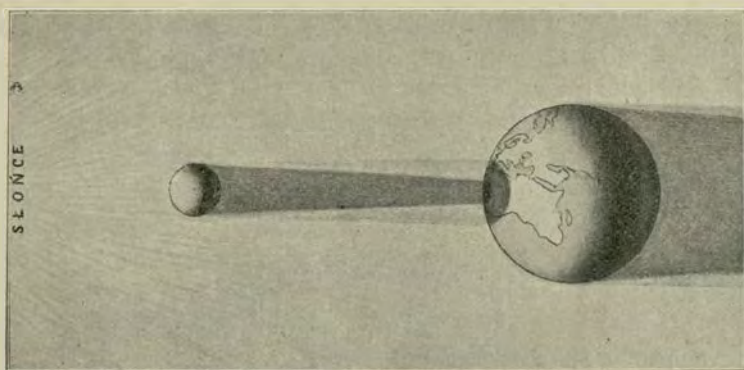


Rys. 149. Zaćmienie księżyca.

Księżyc, krążąc dookoła ziemi, zwykle w cień ten nie wchodzi, ale czasem trafia weń i wtenczas się zaciemnia, póki z cienia tego nie wypłynie. Takie zaćmienie księżyca przedstawia nam rys. 149.

Podobnie jak czyni to ziemia, tak samo i księżyc, oświetlony słońcem z jednej strony, z drugiej rzuca poza siebie cień. Gdy

księżyc w swej drodze wejdzie między słońce a ziemię i cień od niego padnie na ziemię, wtedy dla pewnej części ziemi następuje zaćmienie słońca (rys. 150).



Rys. 150. Zaćmienie słońca.

Gwiazdy stałe i planety.

Przyglądając się jasnemu gwiazdzistemu niebu, łatwo spostrzegamy, że jedne z gwiazd świecą światłem migotliwym—są to gwiazdy stałe, świecące własnym światłem,—inne zaś posiadają, jak księżyc, blask jednostajny,—są to planety ciała ciemne świecące światłem idącym od słońca, około którego krążą, tak jak ziemia. Głównych wielkich planet, licząc w to i naszą ziemię, jest tylko 8; drobnych planet jest około 300. Nietylko dokoła ziemi ale i dokoła innych planet obracają się księżyce, czasami nawet po parę księżyców koło jednej planety.

Chyżość światła. Gwiazdy stałe znajdują się w ogromnych od nas odległościach, najbliższa jest odległa o 5,565,000,000 mil. Światło przebiega 42,000 mil na sekundę; światło słońca potrzebuje aż 8 minut na to, by dojść do ziemi. Światło najbliższej gwiazdy stałej jest w stanie ledwo po 4 latach dobiec do ziemi. Od innych gwiazd biegnie ono nawet kilkadziesiąt lat. Można sobie wyobrazić, jak wielkie są te gwiazdy, skoro pomimo tak wielkiej odległości, są jeszcze widzialne. I rzeczywiście, większa część gwiazd są to kule niezmiernie wielkie, nawet wiele razy większe od naszego słońca, a że świecą one własnym światłem, są to zatym słońca, większe od naszego.

Przypuszczamy, że koło każdego z tych słońc krążą planety i księżyce. Nasze zatym słońce, księżyc, ziemia, planety z księżycami stanowią jeden układ słoneczny, lecz takich układów słonecznych we wszechświecie jest bardzo wiele.

Komety. Prócz gwiazd stałych i planet zjawiają się kiedy niekiedy na niebie dziwne ciała niebieskie, zwane kometami. Mają one postać rozmaitą, najczęściej jednak składają się z głowy i długiego warkocza, zgiętego w kształcie sierpa. Komety składają się z drobnego pyłu, którego cząsteczki rozrzucone są na znacznej od siebie odległości, tworząc razem rodzaj obłoku, unoszącego się we wszechświecie i oświetlonego promieniami słońca. Zetknięcie się naszej ziemi z tak delikatnym ciałem nie może spowodować żadnych skutków. Istotnie zdarzało się ono za naszych czasów, a prócz uczonych nikt nawet nie domyślał się wówczas tego.

Prawo ciężenia. Zapytajmy, co utrzymuje porządek w naszym układzie słonecznym; co zmusza ziemię naszą i inne planety do krążenia koło słońca, a księżyce do obracania się koło planet? Co jest przyczyną tego niezmiennego, od wieku trwającego ruchu ciał niebieskich? Dlaczego w naszym układzie słonecznym wszystkie planety krążą koło słońca, a nie pędzą raczej po prostej linii w przestrzeń nieskończoną? Dlaczego słońce nie pozwala im nigdy zbyt daleko się oddalić i zmusza je do krążenia zawsze po tej samej drodze? Dlaczego ziemia i inne planety czynią to samo ze swymi księżycami? Jaka siła przytrzymuje nas ludzi i wszystkie przedmioty do powierzchni ziemi—tej wiecznie wirującej kuli.

Najprzód rozpatrzmy to ostatnie pytanie. Dlaczego przypuszczamy, że ludzie i przedmioty powinny spadać ku ziemi? Oto wiemy, że posiadają one wagę, ciężkość. Czujemy tę ciężkość przy podnoszeniu, widzimy ją przy upadku, spostrzegamy dążność ciał podniesionych w górę, do spadania. Mówiąc o ciężkości, wyrażamy przekonanie, że dany przedmiot podniesiony w górę, a nie podparty, spadłby na ziemię. Wszystkie przedmioty na ziemi, spadając, dążą ku środkowi ziemi, dopóki nie spotkają przeszkody.

Wyobraźmy sobie rzecz możliwą, że u nas i w przeciwległym punkcie kuli ziemskiej np. Australji jest teraz ulewa,

i oto twierdzimy, że krople deszczowe, które także mają ciężar, muszą spadać w kierunkach sobie przeciwnych, a zatem muszą dążyć do środka ziemi. Nie tylko to jednak, co spada na ziemię, ale i to, co znajduje się na powierzchni, ciąży do środka ziemi t. j. i w spokoju każdy przedmiot posiada swój ciężar. I właśnie ten ciężar nie zrzuca nas z powierzchni ziemi lecz przytwierdza do jej powierzchni, jako ciążenie do środka naszej ziemi.

Prawo ciążenia stosuje się nie tylko do przedmiotów, będących na ziemi. Drogą mnóstwa starannych spostrzeżeń i doświadczeń zdołano wykryć zupełnie ogólną, nie mającą wyjątków, zasadę, prawo natury: że każde ciało ma dążność do zbliżenia się względem każdego innego ciała. Ciążenie jakiegoś przedmiotu na kuli ziemskiej jest w stosunku do ciążenia ziemi tak nieuchwytnie małym, że możemy je pominąć.

Jak człowiek ciąży do kuli ziemskiej, tak znów ziemia nasza i każde z ciał niebieskich naszego układu niebieskiego ciąży do słońca, największego w tym układzie olbrzyma. Prawo to natury czyni, że ziemia i planety zawsze po jednych drogach krążą koło słońca, bo stosunek ich wzajemnego do siebie ciążenia zawsze jest jednakowy, że tak samo księżycy zawsze po tych samych drogach krążą koło planet. Porządek zatem we wszechświecie jest utrzymywany przez prawo ciążenia, przez wzajemne do siebie ciążenie ciał niebieskich.

II. Dzieje tworzenia się ziemi.

Ogniste wnętrze
ziemi.

Powiedzieliśmy powyżej, że ziemia jest ciałem kulistym o skorupie chłodnej. Jak wygląda ziemia na powierzchni, to łatwo widzieć, ale niewątpliwie byłoby bardzo ciekawą rzeczą dowiedzieć się, co jest w środku tej ogromnej kuli. Ludzie, kopiąc ziemię w wielu miejscach, przekonali się, że, im więcej zapuszczamy się w jej głębinę, tym większe ciepło odczuwamy. Spostrzeżono, że na każde 30 metrów wgląd, jest cieplej o 1 stopień, czyli na każdy kilometr o 33 stopnie. Ponieważ zaś odległość powierzchni ziemi od

jej środka wynosi 859 mil, możemy sobie wyobrazić, jak wielkie gorąco panuje w środku ziemi.

Że wewnątrz ziemi w rzeczywistości musi być ogniste, dowodzi nam tego istnienie źródeł o wodzie wrzącej t. zw. gejzerów (w Islandji, w Półn. Ameryce w górach skalistych i w Australji na nowej Zelandji) (rys. 151) i gór buchających



Rys. 151. Gejzery.

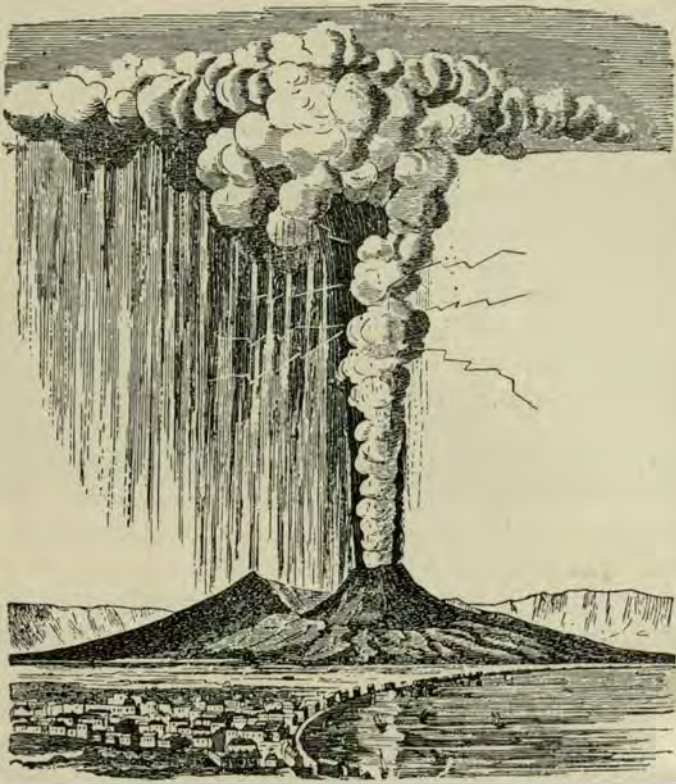
ogniem i wyrzucających z siebie lawę t. j. roztopioną masę zmieszaną z rozpalonymi kamieniami. Góry te są to tak zwane wulkany (rys. 152). Jest ich około 300 na powierzchni ziemi. Spostrzegane od czasu do czasu trzęsienia

ziemi jak również powolne jej w niektórych miejscach podnoszenie się i opadanie także poniekąd przypisać należy wydobywaniu się pary i gazów z wnętrza ziemi i ciśnieniu ich na skorupę ziemską.

Ziemia była ognistą kulą. Jak objaśnić istnienie w łonie ziemi tak wielkich ilości ciepła? Oto przypuszczamy, że ziemia przed wieloma tysiącami lat była ognistą, płonąca kulą, powoli jednak na powierzchni ostygła i stwardniała. Przypuszczenie to wysnuwamy z porównania ziemi z innymi ciałami naszego układu słonecznego. Jedne z tych ciał są to powoli stygnące kule ogniste (i słońce nawet stygnie powoli), drugie ochłodziły na powierzchni i stwardniały.

Utworzenie się pierwszej skorupy. Przypuszczamy zatem, że i ziemia była niegdyś wielką kulą ognistą; kula ta poczęła powoli stygnąć, a w miarę jej stygnięcia wszystkie ciała, wszystkie metale i sole znajdujące się w niej i na niej, krzepły i układały się w pewnym porządku: ciała cięższe i wcześniej krzepnące opadły w głąb ziemi, a lżejsze i później krzepnące wy-

plywały na powierzchnię. Roztopiona wciąż masa na powierzchni coraz bardziej stygła, aż wreszcie utworzyła się chłodniejsza, cienka, twarda skorupa. Tak każde ciało gorące ostyga wprzód na powierzchni, a wewnątrz jego długo jeszcze pozostaje gorące.



Rys. 152. Wulkan.

**Skraplanie się pary;
ulewy.**

Gdy ziemia na powierzchni swej ostygła, wówczas para wodna, która dawniej unosiła się ponad tą ognistą kulą, skropliła się i jako olbrzymia ulewa spadła na nią. Woda przez szczeliny w skorupie wcisnęła się wgłąb ziemi, znowu jako para przez ukryte tam ciepło została wyrzucona, znów w powietrzu się ochłodziła i t. d. Długo bardzo trwała ta walka wody z ogniem wewnątrz ziemi, aż nareszcie utworzyła się grubsza skorupa ziemska, którą pokryło

jedno wielkie morze wody gorącej. Woda gorąca pierwotnych mórz działała bardzo silnie na ciała mineralne skorupy ziemskiej, rozkładając i rozpuszczając je w sobie. Wody jednak chłodziły powoli, lecz coraz więcej i więcej zmniejszała się ich zdolność rozpuszczania ciał mineralnych.

Skały osadowe i wybuchowe. Ciała zatem mineralne, które z początku rozpuściły się w wodach gorących, zaczęły się powoli osadzać. I oto wskutek tego ostygnięcia mórz pierwotnych, potworzyły się pierwotne skały osadowe. Równocześnie z nimi, a nawet zapewne przed nimi powstały pierwotne skały wybuchowe. Ognisto-płynna masa wnętrza ziemi rozrywała w różnych miejscach ciekłą pierwotną skorupę ziemską, tworząc w niej otwory i szczeliny i wyrzucała na powierzchnię płynną masę, która potem zastygała.

Powietrze, otaczające ziemię ostygło też coraz bardziej, obniżała się temperatura mórz pierwotnych, skorupa ziemska coraz bardziej stygła. Trwało to wszystko naturalnie, setki tysięcy lat.

Kurczenie się skorupy ziemskiej. Kula ziemską kurczyła się więc coraz bardziej, fałdując się na swej powierzchni. Równocześnie gazy rozpalone w łonie ziemi parły z niezmierną siłą w rozmaitych punktach na skorupę ziemską. I oto powierzchnia ziemi przybrała kształt falisty. Woda mórz spływała z miejsc bardziej wzniesionych, na najniższej leżącej. Utworzyły się góry, doliny, morza i jeziora, i dopiero wówczas zjawiły się też zapewne na naszej ziemi najpierwsze rośliny i zwierzęta o budowie nader prostej. Ponieważ jednak, jak to zobaczymy poniżej, skorupa ziemską ulegała dalszemu przeobrażeniu, przeistaczała się na dnie lodów i oceanów, zmieniał się klimat, więc też i te najprostsze organizmy zwierzęce i roślinne nie mogły się ostać wobec coraz to nowych warunków i wpływów otaczających i zamarły. Szczątki ich odnajdujemy jednak dziś jeszcze w postaci tak zwanych skamieniałości.

Epoka lodowa. Zmiany klimatu były tak znaczne, że w najzimniejszych częściach ziemi szczególnie na górach potworzyły się ogromne masy lodu. Do takich miejscowości należały na północ od nas leżące góry Skandynawskie i Finlandzkie. Gdy na górach zbierało się lodu tak dużo, że nie mógł się on już

utrzymać na pochyłości, ogromne jego masy usuwały się na dół, unosząc ze sobą skały pokruszone. Te poruszające się masy lodu nazwano lodowcami (rys. 153).



Rys. 153. Lodowce.

Lodowce te popychane z tyłu, przez nowo tworzące się masy lodu, nie ustawały w ruchu, lecz bezustannie zsuwały się coraz dalej i dalej na doliny, tak daleko, że i nasz kraj był niemi pokryty. Dlatego w dolinach panowało dosyć znaczne zimno; znajdujemy np. i u nas szczątki małych zwierzątek, które dziś żyją tylko na dalekiej północy, t. j. w stronach bardzo zimnych. Lodowce zatem tajały bardzo powoli i mogły w dolinach utrzymać się i posuwać się dalej. Lodowce ścierały napotkane skruszone skały, kruszyły pagórki, gniotły ze straszną siłą większe i mniejsze kamienie, rozcierając je na cząstki drobniejsze. W ten sposób kamienie polne dostały się do nas z północy zapomocą wielkich lodowców. Czas ten, kiedy lody pokrywały znaczną część lądów, nazywamy epoką lodową.

Z czasem klimat począł się znowu zmieniać, przyszła pora cieplejsza i oto lody zaczęły topnieć. Nagromadzone na lodowcach kamienie, żwir i pył roztarty, opadły na ziemię

i odsłonił się grunt naniesiony przez lodowce, składający się z gliny i trochy wapna. Przy topnieniu lodów potworzyły się masy wód płynących, które rozmywały i w rozmaitych kierunkach roznosiły warstwy ziemi naniesionej przez lodowce. Nasze ziemie piaszczyste i niektóre gliniaste są naniesione prądem wód, które się potworzyły po stopieniu lodowców.

Działanie wichrów. Gdy lodowce na dolinach znikły, poczęły panować straszne wichry, wiejące wciąż w jednym kierunku ze wschodu na zachód. Porywały one rozkruszone cząstki ziemi i niosły je przez wielkie przestrzenie. W ten np. sposób żółte ziemie (glinka lössowa), pokrywające południową część naszego kraju, zostały przez wichry przyniesione ze wschodniej części Azji.

Współczesne przeobrażenia się skorupy ziemskiej. Widzimy zatem, jak potężne siły przyczyniły się do ukształtowania skorupy ziemskiej. Nie myślny jednak, że skorupa ziemska nie ulega przeobrażeniom dalszym; przeobrażenia te trwają wciąż jeszcze.

Wulkany. Gorące wnętrze ziemi i dziś wywołuje na jej powierzchni dosyć poważne zmiany. Jak powiedzieliśmy, na powierzchni ziemi jest czynnych około 300 wulkanów. Wulkany te od czasu do czasu wybuchają, szerząc nieraz w okolicy swej znaczne spustoszenia; kilka nowych wulkanów powstało nawet w latach ostatnich. Wybuchy wulkanów i ich powstawanie przypisujemy parciu gazów w rozpalonym wnętrzu ziemi; gazy te przerywają skorupę i wydostają się na zewnątrz, unosząc rozpalone kamienie i lawę. Wówczas to mają miejsce trzęsienia ziemi; u nas zdarzają się one bardzo rzadko i przyjmują postać bynajmniej nie niebezpieczną, ale w krajach południowych często szerzą straszne zniszczenie.

Trzęsienie ziemi. Trzęsienie ziemi polega na tym, że powierzchnia ziemi drga z większą lub mniejszą siłą od uderzeń, jakie twarda skorupa ziemi otrzymuje od pary wodnej i gazów, powstających w rozpalonym łonie ziemi, lub zapadających się pokładów ziemi.

Podnoszenie się i opadanie powierzchni skorupy ziemskiej. Przez ciąg wieków ludzie zauważyli, że jedne miejsca skorupy ziemskiej ciągle się podnoszą, a inne opadają. Dzieje się to bardzo powoli, tak, że tego zrazu nie czuć i nie widać. Zjawisko to należy przypisać

dalszemu stygnięciu i kurczeniu się skorupy ziemskiej. Wreszcie najdonioślejszy wpływ na przemianę postaci skorupy ziemskiej ma otaczająca ją atmosfera i krążenie wód.

III. Atmosfera.

Kula ziemską jest otoczona grubą na 80 kilometrów wznoszącą się powłoką powietrza, nazywamy ją atmosferą. Poznaliśmy ważniejsze własności powietrza, gdy badaliśmy jego znaczenie dla oddychania człowieka. Przyjrzyjmy się teraz zmianom, zachodzącym w atmosferze i działaniu jej na życie na ziemi.

Ciśnienie atmosfery. Wiemy, że powietrze posiada ciężar, że wywiera ono pewne ciśnienie. Nie należy jednak mniemać, że ciśnienie powietrza zawsze i wszędzie jest jednakowe. Bynajmniej tak nie jest. Powietrze pod wpływem ciepła (zmiany dnia i nocy, zmiany pór roku, różnice klimatyczne) staje się lżejszym, a pod wpływem zimna cięższym. Dalej ciśnienie powietrza zależy od wysokości położenia miejsca: powietrze w górach jest rzadsze niż na dolinach. Wielki też wpływ na ciężar powietrza wywiera ilość pary wodnej w nim zawartej. Ponieważ para jest lżejszą od powietrza, a więc i mieszanina powietrza z parą jest tym lżejszą, im większą jest w niej zawartość pary.

Barometr. Ciśnienie powietrza możemy zmierzyć. Weźmy cienką rurkę szklaną długości jednego metra, na jednym końcu zamkniętą, napełnijmy ją rtęcią i, odwróciwszy, wstawmy otworem do naczynia, zawierającego rtęć (rys. 154). Rtęć w rurce nieco opadnie, ponad nią będzie próżnia (A), a słup rtęci będzie tak wysokim (C), jak tego potrzeba do zrównoważenia ciśnienia powietrza; im ciśnienie będzie większe, tym wyższym będzie słup rtęci. Używamy tutaj rtęci, gdyż ona jest najcięższym ze wszystkich nam znanych płynów. Gdybyśmy np. chcieli



Rys. 154. Ciśnienie powietrza.

używać zamiast rtęci wody, to ponieważ woda jest 13 razy lżejszą, niż rtęć, więc słup jej, równoważący ciśnienie powietrza, byłby 13 razy większy od rtęciowego, co byłoby oczywiście niewygodnym.

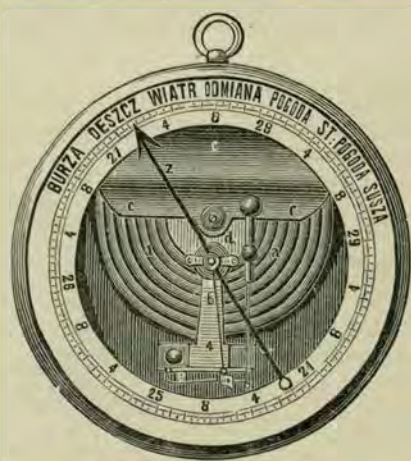


Rys. 155.
Barometr.

Zazwyczaj do mierzenia ciśnienia powietrza używamy t. zw. barometru. Jeden z takich przyrządów przedstawia rys. 155.

Barometr ten składa się z rurki szklanej zagiętej w dwa ramiona (A i B). Dłuższe ramię jest u góry zasklepione, krótsze—otwarte. W dłuższym ramieniu ponad rtęcią jest próżnia. Powietrze ciśnie na rtęć w otwartym ramieniu i podnosi w dłuższym ramieniu (B) rtęć do wysokości, przy której ciśnienie rtęci i powietrza są nawzajem sobie równe. Dla mierzenia słupa rtęci podtrzymywanego przez ciśnienie powietrza znajduje się obok rurki podziałka, podzielona na milimetry. Zwykle też w milimetrach wyrażamy ciśnienie powietrza; jeżeli np. powiadamy, że ciśnienie powietrza wynosi 745 milimetrów, rozumiemy przez to,

że ciśnienie powietrza zdolnym jest podnieść słup rtęci w rurce do wysokości 745 milimetrów.



Rys. 156. Barometr metalowy (aneroid).

Często używanym bywa też barometr metalowy, inaczej zwany aneroid, przedstawiony na rys. 156. Taki barometr ma kształt okrągłej puszkki; wewnątrz jej znajduje się mała puszkka blaszana szczelnie zamknięta, w puszcze tej niema powietrza. Gdy ciśnienie powietrza zwiększa się, wierzchnie sprężyste dno tej puszkki ugina się do wewnątrz, a przeciwnie, wyprostowuje się, gdy ciś-

nienie powietrza maleje. Dno puszki jest połączone za pomocą drążków i kółek zębatych ze wskazówką. Przed wskazówką mieści się tarcza z podziałką, odpowiadającą wskazówkom barometru rtęciowego, a nieraz znajdują się napisy: „burza”, „odmiana”, „pogoda” i t. p. Nizki stan barometru jest przeważnie zwiastunem pogody dżdżystej lub burzliwej, dlatego ten barometr służy nam zazwyczaj do przepowiadania pogody. Należy jednak zaznaczyć, że wskazania barometru bynajmniej nie są nieomylną przepowiednią pogody, gdyż zmiany pogody zależą nie tylko od zmian ciśnienia powietrza. Barometr może za tym tylko mniej więcej przepowiadać pogodę. Ciśnienie powietrza na powierzchni oceanów najczęściej jest równe 760 milimetrom. Ciśnienie to uważamy za przeciętne i nazywamy je ciśnieniem jednej atmosfery, czyli ciśnieniem barometrycznym; używamy je często za jednostkę dla porównania z innymi ciśnieniami. Gdy np. mówimy, że ciśnienie pary w kotle jest równe 5 atmosferom, to znaczy, że para ciśnie 5 razy silniej niż słup rtęci wysokości 760 milimetrów.

Ruchy powietrza; Powietrze zmienia co czas pewien nie-
wiatry. tylko swój ciężar, ale też jak wiemy, i kierunek swego ruchu. Ruchy powietrza nazywamy zazwyczaj wiatrem, silniejsze wichrami lub huraganami. Możemy się przekonać o ruchu, krążeniu powietrza, gdy uchylimy drzwi, prowadzące z ciepłego pokoju do zimnego i postawimy w nich zapaloną świecę (rys. 157). Zauważymy, że płomień świecy przy podłodze odchyli się w stronę ciepłego pokoju, w punkcie *c* w stronę zimnego pokoju, w punkcie *b* wcale się nie odchyli. Wnioskujemy z tym, że dołem płynie zimne powietrze, górą ciepłe. I rzeczywiście tak musi być: ciepłe powietrze jest lżejsze, a zatem unosi się górą, zimne cięższe posuwa się dołem. Widzimy nieraz, że chmury posuwają się w kierunku przeciwnym do tego, w którym obecnie wiatr wieje; na zasadzie powyższego



Rys. 157. Ruchy powietrza.

doświadczenia możemy twierdzić, że chmury te pędzi wiatr cieplejszy, wiatr powstały w miejscowości cieplejszej. I naogół wiatr zawsze wieje z okolic chłodniejszych do cieplejszych. Ponieważ tam, gdzie jest cieplej, powietrze staje się lżejszym, więc i ciśnienie powietrza robi się tam mniejsze. Można zatem powiedzieć, że wiatry wieją z okolic, w których ciśnienie jest większe, do tych okolic, gdzie ciśnienie powietrza jest mniejsze. Wiatry zatem wogóle przynoszą nam ten rodzaj pogody, jaki jest w okolicach, z których wiatr przychodzi.

Wyjaśnijmy teraz pytanie, dlaczego powietrze w danej miejscowości staje się cieplejszym, dlaczego ciśnienie tam zmniejsza się. Powietrze czerpie swe ciepło nie bezpośrednio od słońca, przepuszcza bowiem promienie ciepła słonecznego, prawie wcale ich nie zatrzymując. W czasie najsilniejszych upałów powietrze w górnych warstwach pozostaje zupełnie zimne; dlatego to na szczytach wysokich gór leżą wieczne śniegi i lodowce, dlatego to żeglarze powietrzni, wznosząc się balonami, zabierają ze sobą futra.

Dolne zaś warstwy powietrza ogrzewają się wskutek zatkania się z ziemią. W powietrzu zaś, jako w złym przewodniku, ciepło nie wyrównywa się i, idąc od powierzchni ziemskiej w górę, nie dosięga wysokich warstw atmosfery. Ciepło dolnych warstw powietrza stosuje się do ciepła powierzchni ziemi; nad miejscami silniej ogrzanimi przez słońce, powietrze jest cieplejsze, nad miejscami słabiej ogrzanimi, — chłodniejsze.

Zmiany ciepła powietrza. Ciepło w pewnej miejscowości przedewszystkiem jest zależne od zmian pór roku i zmiany dnia i nocy. Im dzień są dłuższe, tym dłuższe jest działanie słońca, tym więcej promieni słonecznych dochodzi do pewnej miejscowości. Gdy słońce w nocy nie przysyła swego ciepła, ziemia oziębia się, wysyłając swe ciepło w stronę zimnej atmosfery. Te zmiany ciepła wynikają z przyczyn stałych; ciągłym bowiem i niezmiennym jest obrót ziemi koło osi (zmiany dnia i nocy) i obrót ziemi naokoło słońca (zmiany pór roku).

Zmiany ciepła mogą też pochodzić z przyczyn niestałych. Podobnie jak deseczka, umieszczona między ogniem a naszą

ręką, nie dopuszcza ciepła ognia do ręki, tak chmury zatrzymują promienie ciepła słonecznego. Często sami spostrzegamy, że gdy w ciepły dzień letni nasunie się gęsta chmura, czyni się chłodniej, a naodwrot, pochmurne wieczory i noce są cieplejsze od jasnych, gwiaździstych. Para wodna, znajdująca się w powietrzu, naogół utrudnia promieniowanie słońca i ziemi, w stanie więc większego skupienia, w chmurach, działanie to jest silniejsze. Nagromadzenie się zatem chmur nad pewną miejscowością, w dzień przyczynia się do obniżenia tam temperatury, w nocy do jej podwyższenia. Dalej, deszczom, burzom, a szczególnie gradom, jak wiemy, towarzyszy zawsze znaczne obniżenie się temperatury.

Deszcz. Deszcz, jakśmy to powyżej mówili, jest wynikiem silnego zageszczania się pary wodnej w powietrzu; pęcherzyki wodne obłoków wciąż powiększają się i tworzą wreszcie krople, które nie mogą dłużej utrzymać się w powietrzu i spadają jako deszcz. Gdy chmura nasunie się na warstwę górnego powietrza zimniejszego, pęcherzyki wodne krzepną w igielki, igielki przymarzają wzajemnie, powiększają się, aż wreszcie spadają jako grad. Najsilniejsze zaburzenie atmosfery — burza z błyskawicami, z grzmotami i piorunami są zjawiskami elektryczności.

Burza; zjawiska elektryczności. Następujące drobne doświadczenie pouczy nas, jak elektryczność łatwo się tworzy. Weźmy kawałek laku i potrzymajmy go o wełniane ubranie, a potem zbliżmy go do kawałka papieru i słomki, zauważymy, że przez potarcie lak nabrał nowych własności; przedtem nie był w stanie przyciągać, a teraz przyciąga papier i słomkę, które jednak nie przywierają do laku jak np. opiłki żelaza do magnesu, lecz po dotknięciu laku zaraz odskakują. Ciała, które, po natarciu ich, przyciągają lekkie przedmioty i po dotknięciu ich odpychają je, nazywamy ciałami elektrycznymi. Można bowiem naelektryzować nie tylko kawałek laku, ale też i szkło, żywicę, bursztyn, siarkę, gumę i wiele innych. Siłę, która sprawia powyżej opisane przyciąganie i odpychanie, nazywamy elektrycznością, wywołaną przez tarcie.

Weźmy szkiełko od lampy, oczyścimy i wysuszmy je należycie, a potem nacierajmy je silnie w ciemnym pokoju.

Zbliżmy palec do szkiełka, a spostrzeżemy drobną iskierkę, przelatującą od naelektryzowanego szkiełka do palca i uczujemy w palcu mały ból. Iskierka ta jest iskrą elektryczną.

Zjawisko iskry elektrycznej przekonywa nas, że elektryczność może zmieniać miejsce, że ciało nieelektryczne może się stać elektrycznym, gdy się zbliży do ciała elektrycznego. Podobnie jak znamy złe i dobre przewodniki ciepła, tak również znamy złe i dobre przewodniki elektryczności. Dobrymi przewodnikami elektryczności są np. metale, węgiel, woda, ciało ludzkie i zwierzęce, wilgotna ziemia; złe przewodniki są np. szkło, smoła, jedwab, siarka, włosy, suche powietrze i t. p.

Atmosfera w górnych swych warstwach zawsze zawiera elektryczność i to zawiera jej więcej w czasie suchej pogody, a znacznie mniej w czas wilgotny, gdyż elektryczność przez wilgotne powietrze łatwiej spływa na ziemię. Elektryczność tworzy się w atmosferze najczęściej wtenczas, gdy para wodna nagle skrapla się, gdy nagle powstają grube chmury.

Gdy chmury, obciążone elektrycznością, przeciągają nad ziemią, wówczas we wszystkich przedmiotach na powierzchni ziemi powstaje także siła elektryczna, która szczególnie łatwo gromadzi się na przedmiotach wysokich, bliższych chmury. Obie te elektryczności — chmury i ziemi zlewają się, łączą się razem i oto elektryczność tryska wielką iskrą błyskawiczną. Błyskawica również powstaje, gdy elektryczna siła jednej chmury spotyka się z elektryczną siłą, skupioną w innej chmurze, i gdy obie te siły zlewają się razem. Gdy błyskawicy wśród chmur towarzyszy trzask, mamy grzmot. Błyskawicę powstającą z połączenia elektryczności powietrza z elektrycznością ziemi, której zazwyczaj towarzyszy silny huk i trzask, nazywamy piorunem. Wiemy, jak strasznym jest piorun dla życia i mienia ludzkiego, jakie zniszczenie może on szerzyć. Gdy piorun uderzy w ziemię, stapia piasek, tworząc na całej drodze, którą przeszedł, rurki z tego piasku roztopionego.

IV. Skalna skorupa ziemi.

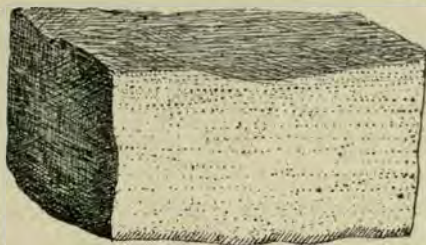
Pola orne, jakoteż łąki, lasy i ogrody wraz z gruntem, na którym rośliny wzrastają, stanowią tylko cienką zewnętrzną powłokę lądów. Pod tą powłoką, w mniejszej lub większej głębokości, jak również na dnie mórz i oceanów leży podkład kamienny—skalny. Skalna ta skorupa rozciąga się na całej kuli ziemskiej, tworzy dno morza i właściwą opokę lądu. Różne skały można podzielić ze względu na ich pochodzenie na 4 wielkie gromady: skały osadowe, skały pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, skały wybuchowe i skały przeobrażone.

Skąły osadowe. Osadowemi nazywamy skały, które powstały z osadów. Osadem jest wszystko, co znajdując się w wodzie w zawieszeniu lub w niej pływając, opada następnie na dno. Skały osadowe mogły powstać tylko tam, gdzie była woda, t. j. na dnie mórz, jezior i rzek. Im osad jest grubszy i cięższy, tym szybciej opada; jeżeli zaś jest bardzo delikatny, to może bardzo długo pozostawać w zawieszeniu. Z osadów kamieni pokruszonych i porwanych przez wodę powstały skały: zlepieńce, piaskowce, łupki.



Rys. 158. Zlepieńiec.

Zlepieńce (rys. 158) składają się z niewielkich okrągłych lub kańciastych kamyków, silnie zlepionych ze sobą; skała taka jest stwardniałym zwiern rozmaitej wielkości.



Piaskowiec (rys. 159) składa się z piasku, silnie spojonego gliną.

Rys. 159. Piaskowiec.



Rys. 160. Łupek.

Wreszcie skała łupkowa (rys. 160), posiadająca złożenie łupkowe, jest kamieniem utworzonym z delikatnego osadu ilastego.

Pokłady utworzone ze szczątków roślinnych. Do pokładów utworzonych ze

szczątków roślinnych zaliczamy węgiel i torf. Niegdyś przed tysiącami lat, w tych miejscach, gdzie dziś zalegają pokłady węgla, rosły ogromne lasy olbrzymich roślin, podobnych do naszych



Rys. 161. Szczątki i odciski roślin, z których powstał węgiel.

paproci, skrzypów i widłaków (rys. 161). Rośliny te walały się jedne na drugie, butwiały i zwęglaly się powoli. Przez opadanie ładu pokłady te dostały się pod wodę, zwęglaly się do reszty i wytworzyły zbitą masę, którą dziś kopujemy jako węgiel.

Torf jest masą nawpół zbutwiałych i zwęglonych korzonków, łodyżek i liści różnych ziół, a szczególnie mchów.

Skały utworzone ze szczątków zwierzęcych. Skały, utworzone ze szczątków zwierzęcych, posiadają znacznie donioślejsze znaczenie.

Niektóre niższe zwierzątka, żyjące w morzach, jak korale, małże, ślimaki i otwornice, nagromadzają w swych szkieletach i skorupkach stosunkowo ogromne ilości węgla wapniowego.

Wszystek ten wapien, gdy zwierzęta zginą, układa się na dnie mórz w potężne nieraz warstwy. W ten sposób tworzą się skały kredowe, dolomitowe i wapienne z wapienia muszlowego i z wapienia koralowego. Delikatny proszek kredy, rozpatrywany przez szkła silnie powiększające, wykazuje drobne muszelki (rys. 162) zupełnie podobne do tych, które są właściwe otwornicom. Nie ulega więc wątpliwości, że pokłady kredowe utworzyły się na dnie morskim i, gdy dno morskie w tym miejscu podniosło się, znalazły się na lądzie stałym. Kreda tworzy znaczne pokłady, które łatwo poznać po ich czystej białej barwie.



Rys. 162. Kreda widziana przez szkło powiększające.

Skały wybuchowe. Skały wybuchowe powstały z zastygnięcia ognisto płynnej masy, która niegdyś składała całą ziemię, a dziś znajduje się w jej wnętrzu. Najważniejszym przedstawicielem skał wybuchowych jest granit. Granit (rys. 163) składa się z ziarn trojakiego rodzaju, mocno ze sobą spojonych. Jedne ziarna są czerwone albo szare bez połysku; ka-



Rys. 163. Granit.

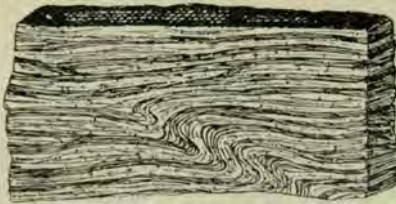
myki te nazywamy skalaniem; inne kamyczki bezbarwne, połyskujące i bardzo twarde nazywamy kwarcem; trzecie wreszcie, czarne, z silnym połyskiem szklistym, bardzo miękkie i łatwo dające się łupać na blaszki, nazywamy łyszczykiem. Granit zatem jest kamieniem złożonym. Granit może być albo czerwony



Rys. 164. Porfir.

na kwarcu lub skalenia, i ciemnozielone bazalty.

Skąły przeobrażone. Przeobrażonemi nazywamy takie skąły, które pierwotnie powstały w ten sposób jak i skąły osadowe, przez ciśnienie jednak innych warstw skalnych zostały wtłoczone włąb skorupy ziemskiej i tam spieczone od gorąca wnętrza ziemi.



Rys. 165. Gnejs.

Najwybitniejszym przedstawicielem kamieni przeobrażonych jest gnejs (rys. 165). Na pierwszy rzut oka jest on tak podobny do granitu, że nieświadomy mógłby go za granit pocztywać. Gnejs również składa się z kwarcu, skalenia i łyszczyku. Gdy jednak w granicie trzy te rodzaje kamyków są bezładnie ze sobą zmieszane, w gnejsie leżą ziarna łyszczyku warstwami, naprzemian z ziarnami kwarcu i skalenia. Gnejs więc daje się łatwo łupać w kierunku tych warstw, szczególnie w kierunku czarnych pasów łyszczyku, jest to zatem kamień znacznie mniej trwały niż granit i nie nadający się na pomniki i materiał budowlany. Z pośród skąły przeobrażonych wymienimy jeszcze łupek łyszczykowy, składający się z łyszczyku i kwarcu (bez skalenia).

Ważniejsze kamienie pojedyncze.

Powyżej poznaliśmy cały szereg kamieni złożonych, składających się z rozmaitych ka-

mieni pojedynczych. Kwarc, skaień i łyszczyk znajduje się jednak nietylko w kamieniach złożonych, lecz można je znaleźć osobno, jako kamienie oddzielne.

Żwir, kwarc. Na brzegach rzek leży mnóstwo drobnych, nieco zaokrąglonych kamyków różnej barwy—jest to żwir. Po między żwirem można znaleźć wiele rozmaitych kamieni. Kwarc bywa najrozmaitszych barw, łatwo go jednak poznać dzięki wielkiej jego twardości. Odróżniamy wiele odmian kwarcu: kryształ górski, kamień zupełnie przezroczysty o kształtach prawidłowych, dalej jasnofioletowy ametyst, agat, opal, krzemień i t. p.

Skaleń. Rozmaite odmiany skalenia mają przeważnie jedną z 2 barw—czerwoną albo białą; skaień jest nieco miększy od kwarcu, a tej samej twardości co stal angielska. Łyszczyk bywa nie tylko czarny, lecz i bezbarwny lub srebrzysty; bezbarwny łyszczyk używamy nieraz zamiast szkła.

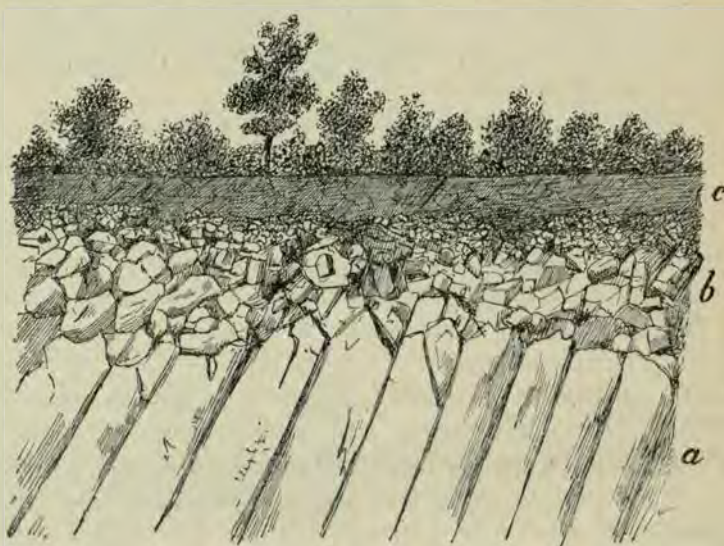
Prócz tych znamy jeszcze bardzo wiele kamieni pojedynczych. Z ważniejszych dla nas należy wymienić: wapień, dolomit, gips, fosforyt.

Wapień, dolomit, gips i fosforyt. Wapień pospolity posiada barwę szarą lub żółtawą, powierzchnię nieco chropawą, łupie się bezładnie, składa się głównie z węglanu wapnia (Ca CO_3), jest wszakże często zanieczyszczony przez cząstki ilaste i piaszczyste. Jeśli oprócz Ca CO_3 znajduje się też węglan magneu (Mg CO_3), nazywamy taki wapień dolomitem. Często wapień występuje w masach gruboziarnistych, które nazywamy marmurem. Jednostajna odmiana wapienia, biała i rozcieralna zowie się kredą.

Gips jest siarkanem wapiennym (Ca SO_4); jest to kamień bardzo kruchy, łatwo dzieli się na blaszki i bywa rozmaitej barwy, czasem jest bezbarwny i przezroczysty. Najładniejszy gips nazywamy alabastrem.

Na Podolu można często znaleźć kuliste czarne kamienie, złożone z wapna i kwasu [fosforowego, zwane fosforytami. Kamienie te po sproszkowaniu i rozrobione kwasem, są używane jako sztuczny nawóz, gdyż dostarczają ziemi potrzebnego jej kwasu fosforowego.

Układ warstw. Skalna skorupa ziemi składa się z rozmaitych warstw czyli pokładów (rys. 166). Ponieważ granity leżą najgłębiej, uważany je za skały, stanowiące pierwotną skorupę ziemi t. j. tę, która pierwsza utworzyła się na stygnącej ziemi. Ponieważ gnejsy dają się kruszyć, sądzimy, że utworzyły się one z okruchów skał, a potem stwardniały pod ciśnieniem tych skał, które leżą na nich, i od gorąca głębi ziemi.



Rys. 166. Uwarstwienie skorupy ziemi: a—skała lita (granit) b—rozkruszenie, c—grunt.

Z powodu stygnięcia ziemi skorupa ziemska pofałdowała się, dolne pokłady zostały wyciśnięte i potworzyły góry. Woda potem kruszyła góry, kawały skał upadały na lodowce, płynące między górami, i na lodowcach dostały się na powierzchnię pól naszych. Kamienie złożone kruszyły się i rozpadały się na kamienie pojedyncze, a te rozdrabniają się bezustannie pod działaniem powietrza i wody i tworzą, wraz z innymi częściami organicznymi, grunt.

V. Działanie atmosfery na skorupę ziemską.

Przenoszenie przez wichry warstw ziemi.

Dawnemi czasy, gdy, na kuli ziemskiej panowały szalone wichry, wiejące wciąż ze wschodu na zachód, działanie powietrza przyczyniło się w znaczny sposób do przeobrażenia się powierzchni ziemi. Wichry te np. przeniosły do naszego kraju żółtą ziemię („löss”). Prawie cała południowa część naszego kraju pokryła się powłoką tej żółtej ziemi, która w niektórych miejscowościach dochodzi kilkunastu metrów grubości. Czarnoziem również jest utworzony z ziemi, naniesionej wiatrami.

Nietylko jednak przed dawnymi czasy, lecz i obecnie powietrze przez swe ruchy, dzięki zawartym w nim składnikom (tlen, kwas węglowy i para wodna—azot jest nieczynny), i wreszcie dzięki zmianom swego ciepła, wywiera potężny wpływ na postać skorupy ziemskiej. Również często widzimy, jak wiatr przenosi pył i proch i układa je na innych miejscach ziemi. Tym sposobem utworzyły się potężne zwały gliny lub piasków na pustyniach i wzdłuż wybrzeży morskich.

Działanie tlenu i kwasu węglowego.

Tlen powietrza wchodzi w połączenia z kamieniami, stanowiącemi związki chemiczne, tworzy nowe związki, a przy równoczesnym działaniu dwutlenku węglowego i wody przemienia je na sole rozpuszczalne, które łatwo mogą kruszyć się i być przez wodę wmywane.

Pod takim działaniem skały ulegają rozkładowi, wietrzeją, rozpadają się na drobne okruchy.

Wpływ zmian temperatury.

Zmiany ciepła oddziałują w również silny sposób. Wiadomo, że podczas dnia, pod wpływem promieni słonecznych, kamienie się ogrzewają, w nocy zaś prędko stygną. Otóż to kolejne rozszerzanie i kurczenie się kamieni, wywołane zmianą temperatury, osłabia łączność pomiędzy ich cząsteczkami, wskutek czego kamienie się rozpadają.

Znaczne obniżenie temperatury, sięgające poniżej 0°, które nazywamy mrozem, ścina wodę, wypełniającą szczeliny w ziemi i skałach. Jak wiadomo, lód zajmuje większą objętość, niż

woda, z której powstał. Woda zatym, gdy zamarznie, rozszerza się i wskutek tego rozrywa ściany, w których jest zamkniętą. Dzięki temu szczeliny coraz bardziej się rozszerzają i wreszcie skała kruszeje. W podobny sposób mróz oddaje ważne usługi rolnikowi, spulchniając glebę i czyniąc ją zdolną do przepuszczania korzeni roślin.

VI. Działanie wody na skorupę ziemską.

Krażenie wód przyczynia się jeszcze w znaczniejszym stopniu, niż działanie powietrza do ciągłego przeobrażania się powierzchni kuli ziemskiej, możemy nawet powiedzieć, że stanowi ono najdzielniejszą siłę tej przemiany.

Deszcze. Powyżej mówiliśmy już niejednokrotnie, że w powietrzu znajduje się dużo pary wodnej, że para ta, zgęszczając się, staje się dla nas widzialną w postaci obłoków, rosy lub mgły, lub opada w postaci deszczów czy śniegów. Woda spada na ziemię w postaci deszczu, częściowo zmienia się w parę wodną, częściowo wsiąka do ziemi i częściowo wreszcie spływa z miejsc wyżej położonych do niżej leżących.

Działanie wody spływającej. Przyjrzyjmy się najpierw wodzie spływającej. Krople deszczu łączą się w małe kanaliki wody mętnej, kanaliki te wpadają do rowów i strumyków; strumyki te, im niżej, stają się coraz większe i łączą się z rzeczkami, rzeczki wpadają do rzek większych, te zaś do morza. Wiedząc, ile strumieni i rzek toczy swe fale na powierzchni ziemi, możemy sobie wyrobić pojęcie, jak wielkie masy wody spływają do mórz. Woda, spływająca w rzekach, nie jest wyłącznie wodą spływającą po deszczach, gdyż wiele także wody powstało ze źródeł i wiele z topnienia śniegów górskich.

Rzeki, płynąc spokojnie t. j. zasilane przeważnie wodą źródeł, unoszą ze sobą znaczne ilości ciał mineralnych, rozmaitych soli chemicznych, które do źródeł dostały się ze skał. Sole te rozpuszczone nie są widzialne dla oka i nie zmieniają jej barwy; gdybyśmy jednak w jakimś czystym naczyniu odparowali pewną ilość wody źródlanej, przekonalibyśmy się o za-

wartości tych soli, które pozostaną po odparowaniu wody. Rzeki wezbrane po deszczach nie są już przezroczyste, nurty ich są mętne i brudne. Zabarwienie to pochodzi od znacznych ilości mułu, piasku, a nawet żwiru, które wezbrana woda unosi z niezmierną siłą. Rzeki niejako wykonują nieustanną pracę przeniesienia do mórz cząstek lądu, które się do nich dostały działaniem deszczu lub źródeł. Woda rzek zatem przyczynia się do ciągłego przeobrażania powierzchni lądów: zmywa piasek, glinę, ziemię, unosząc je z sobą, często porywa kamienie, podmywa skały, wyrzywa rośliny, nieraz całe drzewa. Kamienie w prądzie rzeczonym rozbijają się na części, uderzają się jedne o drugie i trą się o dno i brzegi rzeki, zmniejszają się zatem coraz bardziej i zaokrąglają. Pod działaniem ciągłego prądu wody i niesionych przez nią kamieni, łóżyska rzek pogłębiają się i rozszerzają. Podczas wylewów rzeka występuje z łóżyska, rozlewa się po okolicznej równinie, unosząc ziemię i skalne okruchy, podmywa wzgórze pobliskie i tworzy równinę nadbrzeżną, zwaną łożyskiem wylewów. Po opadnięciu wód, rzeka cofa się do koryta, pozostawiając na nizinie warstwy mułu i piasku.



Rys. 167. Delta Wisły.

Im więcej

zbliżamy się do ujścia, tym mniej żwiru i kamieni widzimy w rzece: rozkruszyły się one i przemieniły w piasek i glinę. Gdy rzeka wpada do mórz i prąd jej cichnie w toni wód morskich, piasek rzeczny, jako cięższy, opada blisko ujścia, a gli-

na, jako lżejsza, opada znacznie dalej. Przy samym tedy ujściu rzeki dno morskie podnosi się od nanoszonego i opadającego piasku, aż wreszcie tworzy się wysepka; rzeka rozdziela się na dwie odnogi; przy każdej odnodze z biegiem czasu tworzy się znów wysepka i znów dwie wysepki i t. d. Takie rozgałęzienia ujścia rzek nazywamy deltami (rys. 167, str. 165).

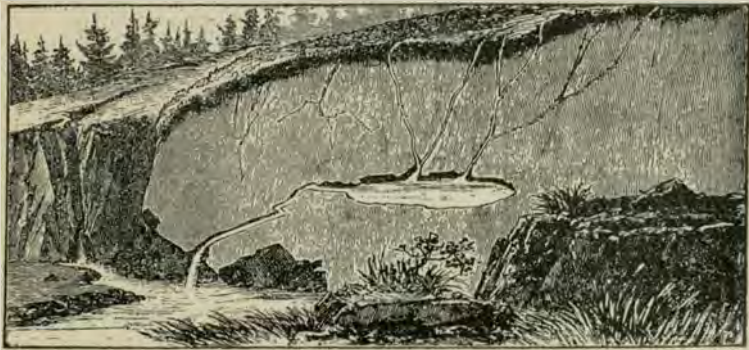
Delta Wisły jest jedną z mniejszych. Niektóre bowiem delty są prawdziwie olbrzymie: delta np. Gangiesu w Azji zajmuje przestrzeń 100,000 kilometrów kwadratowych t. j. jest większą od całego Królestwa Polskiego lub Galicji wraz ze Szlązkiem i Bukowiną.

Działanie wody wsiąkającej. Druga część wody, spadłej z deszczem, jak powiedzieliśmy, wsiąka w ziemię. Wsiąkanie wody zależy od przemakalności gruntów. Grunt piaszczysty jest łatwo przemakalny, gdyż ziarnka piasku nie są ze sobą ściśle połączone, a dotykają się tylko w niektórych punktach, tworząc między sobą wyraźne otwory czyli pory. Gлина zaś jest warstwą nieprzemakalną, składa się bowiem z bardzo drobnych cząstek, szczelnie do siebie przylegających. Dlatego też grunty piaszczyste są suche, gdyż woda z łatwością w głąb ich wsiąka; gliniaste grunty, przeciwnie, są wilgotne, gdyż tamują przepływ wody do wnętrza ziemi. Skały twarde wydają się być bardzo zbite; posiadają jednak liczne szpary i szczeliny, przepuszczające znaczną ilość wody.

Woda deszczowa, gdy przejdzie przez górne, przemakalne warstwy ziemi, dochodzi do skał twardych, łączy się tam z większym kanałem wodnym, toczącym się w szczelinach, dosięga tą drogą nieraz znacznych głębokości, aż wreszcie dociera do skały nieprzepuszczalnej, na której powierzchni tworzy się coraz większy zbiór wody. Woda zbiera się coraz więcej i więcej i, nie mogąc wsiąkać głębiej, szuka innego wyjścia; wciska się zatem w szczeliny boczne, płynie niemi dalej i dalej, aż wreszcie znajdzie sobie ujście i tryska jako źródło (rys. 168), z siłą, odpowiadającą ciśnieniu wewnętrznemu.

Woda podziemna w ciągłym tym swym ruchu oddziałuje na grunt, przez który przechodzi, rozpuszczając w sobie jego małe cząstki, szczególniejsz sół kuchenną i różne siarczany z łatwością rozpuszczają się w wodzie. Zdolność wody podziemnej

do rozpuszczania jest dlatego znaczniejsza, że woda ta zawiera kwas węglowy (CO_2), który deszcz spadający zabrał z powietrza i z ziemi, gdzie tworzy się z gnijących szczątków roślinnych. Woda bowiem, nasycona kwasem węglowym zdolną jest rozpuszczać pokłady kredowe, które w wodzie bez CO_2 są zupełnie nierozpuszczalne. W okolicach, gdzie skały wapienne



Rys. 168. Źródło.

i kredowe często się napotykają, na każdym niemal kroku są widoczne wydrążenia gruntu, zdziałane przez wodę. W takich okolicach wody są twarde, to jest zawierają w sobie pewną ilość części mineralnych (przedewszystkim soli wapiennych); wodę deszczową i wogóle wodę, zawierającą tylko drobne przymieszki mineralne, nazywamy wodą mięką.

Miljony strumyków, źródeł i rzek podziemnych nurtują na wszystkie strony skorupę ziemską, ciągnąc się niekiedy na setki kilometrów wzdłuż, a przenikając w głąb czasami na 2—3 kilometry. Możemy więc wyobrazić sobie, jak niezmiernie wielką siłą jest bezustanne rozpuszczanie przez wodę pokładów skalnych i wynoszenie ich na powierzchnię ziemi.

Parowanie wód. Nasuwa się pytanie, skąd się biorą te tak olbrzymie ilości wody? Skąd tyle pary wodnej gromadzi się w powietrzu, że co pewien czas przesyca ona powietrze, spada jako woda na ziemię, wciska się w głąb skorupy, tryska źródłami i rzekami spływa do mórz? Mówiliśmy, że tylko część wody spadłej z deszczem spływa do rzek lub wsiąka w głąb

ziemi. Doświadczenie wykazało, że część ta jest mniejsza, stanowi tylko $\frac{1}{4}$ do $\frac{1}{3}$, że natomiast większe ilości $\frac{3}{4}$ — $\frac{2}{3}$ wody spadłej zmienia się w parę i wraca ponownie do atmosfery. A ponieważ każda powierzchnia wody paruje, więc też i powierzchnie wszystkich wód (rzeczek, rzek, mórz i oceanów) dostarczają powietrzu ciągle nowe zasoby pary wodnej. W ten więc sposób równowaga zostaje stale zachowana.

Woda nigdzie nie ginie, lecz się znajduje w bezustannym ruchu, krąży w atmosferze i skorupie ziemskiej.

VII. Gleba.

Określenie gleby, podglebia i podłoża. Glebą nazywamy zewnętrzne warstwy ziemskiej skorupy, które okazują najwięcej sproszkowania, najwięcej luźności i sypkości i dostarczają pokarmu dla świata roślinnego. Gleba powstała dzięki działaniu sił, które wyżej omówiliśmy obszernie (działaniu wód, tarcia wzajemnego okruchów, działaniu mrozu, lodowców i powietrza). Pod glebą znajduje się warstwa zwana podglebiem, sięga ona tak głęboko, jak przenikają korzenie roślin. Jest to warstwa bardzo ważna, gdyż zazwyczaj jest, jak gleba, zasobem tych składników, które woda przenosi do gleby. Warstwę między podglebiem a opoką skalną nazywamy podłożem; sama opoka może być już podłożem.

Najważniejszymi składnikami gleby są: glina, piasek, wapno i próchnica.

Glina. Glina jest miałem, powstałym ze zwietrzenia, o barwie od różnych domieszek: żółtej, szarej, zielonawej, czerwonej; właściwa barwa czystej gliny jest biała. Glina posiada swoisty zapach, daje się łatwo ugniatać z wodą, przyczym można jej nadawać rozmaite kształty; należy zatem do ciał plastycznych; jest w stanie przyjąć w siebie znaczne ilości wody, zupełnie jej nie przepuszczając. W glebie glina zatrzymuje nie tylko wodę, ale też i większość ciał, które woda przynosi w stanie rozpuszczonym. Prócz cennych ciał, naniesionych przez wodę, glina zazwyczaj zawiera jeszcze połączenia potasu, które

przy rozkładzie skał na glinę nie uległy wypłukaniu. Gлина za tym jest dla roślin znakomitym składem pokarmów.

Piasek. Piaskiem nazywamy ziarenka kwarcu, powstałe przy rozkładzie skał i kamieni. Piasek jest sypki, wody w siebie brać nie może i łatwo ją przepuszcza. Odgrywa on w ziemi ważną rolę, gdyż rozdziela drobne cząstki i nie pozwala im utworzyć jednolitej masy zbitej. Dzięki zawartości piasku gleba jest pulchną, kruchą, łatwiejszą do wyrobienia.

Wapno. Wapno powstało z rozkruszenia na powietrzu różnego rodzaju kamieni wapiennych. Wapno można bardzo łatwo rozpoznać, polawszy je jakimkolwiek kwasem, chociażby prostym octem; nastąpi wówczas silne burzenie od wyłaniających się baniek gazu CO_2 , wapno bowiem w ziemi jest węglanem wapiennym Ca CO_3 . Wapno odgrywa bardzo ważną rolę w glebie, przy jego bowiem współdziałaniu wszystko, co ma zgnić w roli, gnije prędzej i lepiej. Wogóle wapno pobudza wszystkie nieorganiczne i organiczne ciała, zawarte w glebie, do szybszej działalności, przyspieszając ich przemianę na związki rozpuszczalne. Ponieważ woda deszczowa powoli rozpuszcza wapno i unosi je ze sobą w świat, więc też rolnik świadomy znaczenia wapna co pewien czas dodaje je glebie, jeżeli go w ziemi braknie.

Próchnica. Próchnica powstaje ze szczątków roślinnych (z przyoranej ścierni, z roślin przyoranych na zielony nawóz i z przyoranego obornika). Ciała roślinne i pozostałe w ziemi ulegają rozkładowi przez gnicie i butwienie. Rozkład ten jest podobny do procesu powolnego spalania się, polega bowiem na łączeniu się węgla i wodoru, zawartego w tych szczątkach, z tlenem powietrza w kwas węglowy i wodę. Gnicie i butwienie różni się atoli od palenia tym, że odbywa się tylko dzięki działaniu drobnoustrojów (bakterji); drobnoustroje, żywią się ciałem obumarłej rośliny, wytwarzając kwas węglowy i parę wodną.

Przy procesie gnicia szczątki roślinne nie zmieniają się całkowicie w CO_2 i H_2O , pozostała reszta zamienia się na próchno ciemnego koloru, które nazywamy próchnicą. Najgłówniejszym składnikiem próchnicy jest węgiel (56 — 60%) oprócz tego w skład jej wchodzi tlen, wodór i małe ilości

azotu. Znaczenie próchnicy dla gleby polega na tym, że 1) wydzielający się z niej kwas węglowy przyspiesza rozkład ciał nieorganicznych i przysparza roślinom związków rozpuszczalnych; 2) podobnie jak glina wchłania i przechowuje związki rozpuszczalne w wodzie; 3) dostarcza roślinom azotu i 4) przyczynia się do utrzymania pulchności gleby podobnie jak wapno.

Chemiczne składniki gleby. Pod względem chemicznym w skład gleby wchodzi: azot w postaci związków organicznych, soli amoniakalnych i azotanów, fosfor w postaci fosforanów, siarka jako siarkany, chlor jako chlorki, krzem jako krzemionka i krzemiany, a wreszcie potas, sód, wapń, magnez, żelazo i glin w postaci różnych związków z kwasami (siarkowym, solnym, azotowym, fosforowym, węglowym i krzemowym). Za wyjątkiem krzemionki, sodu i glinu, składniki te są niezbędne dla życia rośliny. Gdy w glebie jednego z tych składników zabraknie, gleba nie jest w stanie należycie wyżywić rośliny; doświadczony rolnik zapobiega temu przez racjonalne nawożenie t. j. dodawania tych składników, których jej potrzeba dla należytego wykarmienia roślin.

OGÓLNE

POZNANIE PRZYRODY.

Poznaliśmy w ogólnych zarysach najważniejsze zjawiska otaczającej nas przyrody. Mimowoli nasuwa się pytanie, jaką drogą, jakimi sposobami ludzie doszli do poznania przyrody, co było im pomocnym w rozwikłaniu tajemniczych jej zagadek?

Wrażenia. Zmysły nasze w pierwszej linii są nam pomocne do nauczenia się czegoś o świecie. Korzystając ze zmysłów: wzroku, słuchu, węchu, smaku, dotyku i temperatury nabywamy nieustannie wiadomości o otaczającej nas przyrodzie; pierwsze te wiadomości, osiągnięte zapomocą zmysłów, zwykliśmy nazywać wrażeniami.

Spostrzeżenia i doświadczenia. Umysł jednak ludzki zazwyczaj nie zadawalnia się wrażeniami, lecz stara się dociec przyczyny zjawisk, jakoteż skutków zjawisk. Np. gdy pocujemy w pokoju silny swąd, zaraz pytamy, skąd ten swąd pochodzi; gdy słyszymy trzask piorunu, ciekawi jesteśmy, gdzie ten piorun uderzył i jakie zniszczenie uczynił. Jakąż zatem drogą zazwyczaj dochodzimy do poznania przyczyn i skutków zjawisk? Oto drogą spostrzeżeń albo też drogą doświadczeń.

Czynienie spostrzeżeń nad pewnym zjawiskiem, jest to skupienie nań naszych zmysłów, usiłowanie, by dane zjawisko dało nam jaknajwięcej ilości wrażeń. Najsumienniejszym jednak przeprowadzone spostrzeżenia bywają zwodnicze. Wynika to przedewszystkiem stąd, że wrażliwość zmysłów nie u wszystkich ludzi jest jednakowa. Wiemy, jak rozmaitą jest siła wzroku

ludzkiego, jak rozmaite pojęcia o rozmiarach i barwie jednego przedmiotu może mieć kilka osób. To samo dotyczy i reszty naszych zmysłów. Dalej, zmysły jednej osoby mogą być w pewnej chwili albo bardziej przytępione (zmęczenie) albo bardziej podniecone, mogą zatem otrzymywać zupełnie rozmaite wrażenia o tej samej rzeczy. Wreszcie zmysły nasze mogą częstoć nie odróżniać tego, co danemu zjawisku ubocznie towarzyszy, od samego zjawiska. Wrażenia, a zatem i najsumiennie przeprowadzone spostrzeżenia, nie zawsze mogą nam dać rzetelne, zgodne z prawdą wyjaśnienie zjawisk. Mimo to każda nauka korzysta ze spostrzeżeń, stara się jednak, by one były możliwie najwięcej wszechstronne i dokładne.

Doświadczenia umiejętnie podjęte i sumiennie przeprowadzone znakomicie uzupełniają spostrzeżenia i są w stanie usunąć ich błędy. Czym więc doświadczenie różni się od spostrzeżenia? Wyjaśnijmy tę różnicę przedewszystkim na przykładzie. Weźmy do ręki kawałek drzewa i równy mu co do objętości kawałek żelaza; zmysł dotyku mówi nam, że drzewo jest lżejsze od żelaza, — jest to spostrzeżenie; rzucam obydwa kawałki do wody, — drzewo pływa, więc jest lżejsze; żelazo tonie, więc jest cięższe; oto mamy doświadczenie, potwierdzające nasze spostrzeżenie. Na oko wydaje się nam, że lód posiada tę samą wagę co i woda. Spostrzeżenie to nas zawiodło, bo, gdy wykonamy doświadczenie, rzucając kawałek lodu do wody, przekonamy się, że lód pływa na powierzchni wody, a zatem jest od niej lżejszy. Doświadczeniem nazywamy spostrzeganie tego, co zachodzi wówczas, gdy w jakikolwiek sposób zmienimy warunki, w których zjawisko się zazwyczaj odbywa. Zmiana ta warunków ma na celu ułatwienie naszym zmysłom tego, co jest istotą danego zjawiska, i odróżnienie od tego, co było jego czasową postacią pod wpływem warunków.

Świat żyjący i martwy. Ludzie, badając drogą spostrzeżeń i doświadczeń zjawiska przyrody, doszli do wniosku, że można je podzielić na dwa wielkie działy, na zjawiska w świecie żyjącym i martwym.

Do świata żyjącego zaliczamy ludzi, zwierzęta i rośliny. Życie tych stworzeń przejawia się w bezustannej przemianie materji, przemianie, odbywającej się

w rozmaitych narządach czyli organach. Organa mają rozmaite kształty zewnętrzne, rozmaicie są urządzone wewnątrz i służą do różnych czynności (u rośliny są to np. korzenie, liście, kwiaty, owoce; u zwierzęcia—mózg, serce, płuca, żołądek i t. p.). Najniższe nawet zwierzęta i rośliny, pozbawione tak wybitnie różnych organów, posiadają jednak dosyć złożoną organizację, w ciele ich bowiem odróżniamy liczne części składowe (w komórce np. plazmę, błonkę i jądro).

Przedmioty świata martwego, jakkolwiek również podlegają bezustannej przemianie materji, mają budowę jednolitą, nie rozczłonkowaną na poszczególne organa.

Podział nauki o przyrodzie. W świecie żyjącym i martwym odbywa się tak niezmiernie wielka ilość rozmaitych zjawisk, że trudno by je ująć w dwóch naukach, odpowiadających dwom tym światom. Dlatego też naukę o przyrodzie podzielono na szereg nauk odrębnych.

Botanika i zoologia. Nauka, poświęcona badaniu przejawów życia istot organizowanych, rozpada się na dwa wielkie działy: botanikę, zajmującą się roślinami, i zoologję, której przedmiotem są ludzie i zwierzęta.

Mineralogja i geologja. Badaniem świata martwego zajmują się: mineralogja, opisująca postać i własności rozmaitych kamieni (minerałów), i geologja, poświęcona wyjaśnieniu sposobów, jakimi utworzyły się w ziemi pokłady minerałów, i zmian, jakim te pokłady ulegały.

Astronomja. Nauka o wszechświecie, o obrocie ciał niebieskich, ich wielkości i wzajemnej odległości, nazywa się astronomją.

Fizyka i chemja. Istnieją dalej dwie nauki, które nie zajmują się żadnym ze światów w szczególności, lecz badają zjawiska ogólne,—jest to fizyka i chemja. Fizyka bada wszystkie zjawiska ruchu i równowagi, chemja zaś wyjaśnia skład ciał i prawa tworzenia się ciał. Fizycznymi zjawiskami nazywamy takie, przy których skład chemiczny ciał pozostaje bez zmiany, chemicznymi zaś takie, przy których zachodzi zmiana wewnętrznego składu ciał.

SPIS RZECZY.

CZŁOWIEK.

Przejawy życia ludzkiego

Str.

1

I. Oddychanie.

Co to jest powietrze? Powietrze jest ciałem ważkim. Powietrze stawia opór. Powietrze jest materją. Powietrze jest mieszaniną tlenu i azotu. Tlen i azot są ciałami prostemi. Pierwiastki. Określenie atomu. Pierwiastki w stanie wolnym; połączenie chemiczne i mieszanina mechaniczna. Określenie drobiny. Własności tlenu i azotu. Tlen podtrzymuje spalanie. Tlen jest niezbędny dla oddychania. Co się dzieje z tlenem wchodzącym do naszego organizmu? Narząd oddychania. Krtań, głos. Pęcherzyki płucne. Działanie tlenu we krwi; kwas węglowy. Własności kwasu węglowego. Węgiel. Oznaczanie skrócone pierwiastków i połączeń chemicznych. Zawartość CO₂ w powietrzu. Para wodna jest czwartym składnikiem powietrza. Własności wody. Woda posiada ciężar i stawia opór, jest zatym materją. Woda jest płynem; płyny, ciała stałe i gazy. Objaśnienie pojęcia ciężkości; ciężar właściwy. Prawo Archimedeasa. Ciśnienie wody. Naczynia połączone. Trzy postacie wody. Zmiana objętości pod działaniem zmiany ciepła. Lód zajmuje więcej przestrzeni, niż woda, z której powstał. Parowanie i wrzenie. Powietrze nasycone parą wodną. Chmury, deszcz i śnieg. Chemiczne składniki wody. Wodór. Określenie roztworu. Rozpuszczalność ciał. Powietrze zawiera drobne ilości pyłu i żyłatek.

1-19

II. Odżywianie się ciała ludzkiego.

Określenie pokarmu. Krew. Ciała białkowe. Tłuszcze. Cukier. Pokarmy pochodzą ze świata roślinnego. Mleko. Trawienie. Na czym polega trawienie? Krażenie krwi. Mały i wielki obieg. Znaczenie wielkiego obiegu krwi w odżywianiu ciała. Wydzieliny: (pot i mocz) Ciepło. Temperatura. Termometr. Rozszerzanie się ciał wskutek przyrostu ciepła. Przechodzenie ciał z jednego stanu w drugi pod działaniem ciepła i ciśnienia. Różne ciała rozmaicie poddają się działaniu ciepła. Dobre i złe przewodniki ciepła. Promieniowanie ciepła. Pochłanianie ciepła. Ciepło słoneczne. Reakcje chemiczne są źródłem ciepła. Praca fizyczna jest źródłem ciepła.

19-34

III. Zdolność ruchu.

Szkielet. Głowa Kręgosłup. Szyja i klatka piersiowa. Kończyny górne. Krzyż i miednica. Kończyny dolne. Chemiczny skład kości. Stawy. Mięśnie. Układ nerwowy. Mózg i rdzeń pancerzowy. Nerwy. Nerwy czuciowe i ruchowe	34—39
---	-------

IV. Zdolność czucia.

Zmysły. Zmysł dotyku; budowa skóry. Zmysł temperatury. Zmysł wzroku. Budowa oka. Zmysł słuchu. Budowa ucha. Zmysł smaku. Zmysł powonienia	39—42
---	-------

ZWIERZĘTA.

Konieczność klasyfikacji. Zwierzęta kręgowie i bezkręgowie. Podział kręgowych; Podział bezkręgowych	43—44
---	-------

I. Zwierzęta kręgowie.

1. Ssące.

Ogólne znamiona. Podział gromady ssaków. Małpy. Latawce. Owadożerne. Drapieżne. Płetwonogie. Gryzące. Bezzębne. Jednokopytowe. Wielokopytowe. Przeżuwające. Torbacze. Wiewiórki. Ptakossaki	44—60
---	-------

2. Ptaki.

Znamiona ogólne. Podział ptaków. Pływające. Brodzące. Biegające. Grzebiące. Łażące. Wróblowate. Drapieżne	60—66
---	-------

3. Gady.

Ogólne znamiona. Podział gadów. Żółwie. Jaszczurki. Krokodyle. Wężę	66—70
---	-------

4. Ziemnowodne.

Ogólne znamiona. Żaby. Ropuchy. Traszki	70—71
---	-------

5. Ryby.

Ogólne znamiona. Podział ryb. Ogólna charakterystyka kręgowców	72—74
--	-------

II. Zwierzęta bezkręgowie.

1. Mięczaki.

Ogólne znamiona. Podział mięczaków.	74—75
---	-------

2. Członkonogie.

Ogólne znamiona. Podział członkonogich. Skorupiaki. Pałajki. Wije. Owady. Chrzaszczę. Szarańczaki. Pszczołowate. Muchówki i pluskwiaki. Motyle	75—80
--	-------

3. Robaki.

Ogólne znamiona. Dżdżownice. Inne robaki	80—82
--	-------

	4. Szkarłupnie.	
Ogólne znamiona	.	82
	5. Jamochłonne.	
Ogólne znamiona	.	83
	6. Pierwotniaki.	
Kropla wody widziana przez szkło powiększające. Budowa pierwotniaków; komórka. Rozmnażanie się komórek. Ciało zwierząt i ludzi składa się z komórek. Tkanki	.	83—86

ROŚLINY.

Budowa nasienia fasoli. Kiełkowanie fasoli. Budowa rośliny. Podobieństwa wśród roślin. Możliwość klasyfikacji	.	87—91
--	---	-------

I. Gromada: rośliny nasienne.

Ogólne znamiona	.	91
A) Rośliny okrytonasienne.		
Ogólne znamiona	.	91—92
1. Dwuliścienne.		
a) Zrostopłatkowe.		
Psiankowate. Szorstkolistne. Trędownikowate. Wargowe. Po- wojowate. Bąbkowate. Borówkowate. Ogórkowate. Złożone	.	92—97
Rurkowe. Języczkowe. Promieniste	.	97
b) Wolnopłatkowe.		
Krzyżowe. Strączkowe. Lnowate. Klonowate. Lipowate. Makowate. Berberysowate. Goździkowate. Ślázowate. Baldaszko- we. Jaskrowate. Różowate	.	97—106
c) Bezpłatkowe.		
Mącznikowate. Rdestowate. Konopiwate. Pokrzywowate. Wiązowate. Bukowate. Brzozowate. Wierzbowate. Orzechowate	.	106—109
2. Jednoliścienne		
Ogólne znamiona. Trawy. Liljowate	.	109—112
B) Rośliny nagonasienne.		
Ogólne znamiona	.	112

II. Gromada: rodniowce.

Paprocie i skrzypy. Mchy	.	113—114
--------------------------	---	---------

III. Gromada: plechowce.

Ogólne znamiona. Ważniejsze grzyby. Porosty. Wodorosty. Śluzowce. Mikroby, ich budowa; bakterje	.	114—122
--	---	---------

Chemiczne składniki ciała roślinnego.

Woda. Ciała organiczne i nieorganiczne. Węgiel. Cukier. Skrobia. Błonnik. Tłuszcze. Ciała białkowe. Pochodzenie węgla, wodoru, tlenu i azotu w roślinie. Amoniak. Kwas azotowy. Chlorofil. Ciała nieorganiczne. Chlor. Siarka. Fosfor. Krzem. Potas. Sód. Wapń. Magn. Żelazo. Pierwiastki chemiczne niezbędne dla rozwoju rośliny . 122—127

Budowa roślin, ich odżywianie i rozmnażanie się.

Budowa komórki roślinnej. Tkanki. Narządy rośliny. Korzeń. Wchłanianie. Łodyga. Pień. Liście są żołądkiem rośliny. Przerabianie pokarmów. Wypacanie. Szparki oddechowe. Kwiat. Organy; męski i żeński. Zapylenie. Zapłodnienie. Sposoby przenoszenia pyłku na znamię. Inne sposoby rozmnażania się roślin nasiennych. Rozmnażanie się roślin nienasiennych . 127—135

Z I E M I A.

I. Wszechświat.

Ziemia jest częstką wszechświata. Ziemia ma postać kuli. Wszystkie ciała niebieskie mają kształt kuli. Obrót ziemi koło osi. Wirowanie słońca. Obrót ziemi i innych planet naokoło słońca. Obrót księżyca koło osi i naokoło ziemi i słońca. Słońce jest źródłem ciepła. Światło i odmiany księżyca. Pory roku. Zaćmienie księżyca i słońca. Gwiazdy stałe i planety. Chyżość światła. Komety. Prawo ciężenia. . 136 145

II. Dzieje tworzenia się ziemi.

Ogniste wnętrze ziemi. Ziemia była ognistą kulą. Utworzenie się pierwszej skorupy. Skroplenie się pary; ulewy. Skąły osadowe i wybuchowe. Kurczenie się skorupy ziemskiej. Epoka lodowa. Działanie wichrów. Współczesne przeobrażenia się skorupy ziemskiej. Wulkany. Trzęsienie ziemi. Podnoszenie się i opadanie powierzchni skorupy ziemskiej . 145—151

III. Atmosfera.

Ciężnienie atmosfery. Barometr. Ruchy powietrza; wiatry. Zmiany ciepła powietrza. Deszcz. Burza; zjawiska elektryczności. 151—156

IV. Skalna skorupa ziemi.

Skąły osadowe. Pokłady utworzone ze szczątków roślinnych. Skąły utworzone ze szczątków zwierzęcych. Skąły wybuchowe. Skąły przeobrażone. Ważniejsze kamienie pojedyncze. Żwir, kwarc. Skaleń. Wapień, dolomit, gips i fosforyt. Układ warstw . 157—162

V. Działanie atmosfery na skorupę ziemską.

Przenoszenie przez wichry warstw ziemi. Działanie tlenu i kwasu węglowego. Wpływ zmian temperatury 163—164

VI. Działanie wody na skorupę ziemską.

Deszcze. Działanie wody spływającej. Działanie wody wsiąkającej. Parowanie wód 161—167

VII. Gleba.

Określenie gleby, podglebia i podłoża. Gлина. Piasek. Wapno. Próchnica. Chemiczne składniki gleby 168—170

OGOLNE POZNANIE PRZYRODY.

Wrażenia. Spostrzeżenia i doświadczenia. Świat żyjący i martwy. Podział nauki o przyrodzie. Botanika i zoologia. Mineralogja i geologja. Astronomja Fizyka i chemja 171—173

OMYŁKI DRUKU.

Na str.	Wiersz	Zamiast	Powinno być
3	12 i 13 z góry	równa się objętości	równa objętości
64	6 z góry	chodowane	hodowane
72	3 z dołu	ludojady	ludojady
77	10 z dołu	rys. 76	rys. 77
81	6 z dołu	maleńkim; szybko	maleńkim szybko
125	14 z góry	chlor	chlor (Cl)
125	18 z góry	kwas solny	kwas solny (Hcl)
150	2 z góry	trochy	trochę



1000000000161

- Arctówna M. i Grzegorzewska W.* Podręcznik Kiełkowanie. Postać i wygląd. Budowa i Fizjologia. Wydanie II. Część II. Systematyka roślin 1 20
- Arctówna M.* O życiu i budowie roślin, podł. Dr. Bernsteina. Z ryc. — 20
 — Wskazówki do zbierania, określenia i zasuszania roślin, wedł. D-ra K. G. Lutz, z 75 rysunkami — 20
 — Etykiety do zielnika, zawierające 1230 nazw roślin na kartkach do przecinania — 25
- Bruner L.* Zbiór doświadczeń chemicznych, według K. Schueida, z licznymi rysunkami, 50 kop., w oprawie — 60
- Czartkowski A.* Doświadczenia z fizjologii roślin, dla szkół średnich —
- Czerwiński K.* Kolekcjonowanie zwierząt. Z licznymi rycinami — 40
- Dyakowski B.* Wskazówki do hodowli motyli oraz urządzania zbiorów, — 15
 — Z naszej przyrody. Obrazy z życia zwierząt i roślin krajowych. Wydanie II. 4.25; w oprawie 5 —
 — Nasz las i jego mieszkańcy. Opisy przyrody, z licznymi rycinami, 1 —
 — Zwierzęta współbiednicze, z 5 rysunkami — 15
- Graetz.* Elektryczność, z lic. ryc., przekład L. Brunera 1 20
- Heilpern M.* Pogadanki o tajemnicach przyrody. Cz. I. Wiadomości ogólne o świecie. Wskazówki do systematycznego wykładu nauk przyrodniczych. Z rys. Wyd. II, rb. 1.20; w opr. 1 40
 — Część II. Jak żyją rośliny, jak się odżywiają, rosną, rozmnażają i poruszają. Kurs popularny morfologii i fizjologii roślin, z 282 rys. w tekście. Wyd. II, poprawione, rb. 1.40, w oprawie 1 60
- Jezierski W. i Sosnowski J.* Zarys biologii ogólnej. Z lic. rys. — 40
 w oprawie — 50
- Kozłowski Wł. M.* Historia Naturalna. (Zoologia, Botanika, Mineralogia), z 17 tabl. kolor. i liczn. rys. Wyd. II, w oprawie 1 60
- Kramsztyk St.* Ziemia i niebo. Wykład popularny astronomji. Cz. I Ziemia jako bryła niebieska. Z rys. rb. 1, w oprawie 1 20
- Moycho S. i Zienkowski Fr.* Zarys chemji nieorganicznej z uwzględnieniem strony doświadczalnej. Z licznymi rys., rb. 1.80, w opr. 2 20
 — Krótki zarys chemji nieorganicznej. Wyd. skrócone, w opr. 1 10
- Noll.* Historia naturalna człowieka z 118 rys. i tablicami kolor. Wyd. II w oprawie — 90
- Ostwald W.* Szkoła chemji, przeł. St. Plewiński. Cz. I. Ogólna, z licznymi rysunkami, 90 kop., w oprawie 1 —
 — Cz. II. Specjalna, z licznymi rysunkami 1 50
- Schmeil O.* Świat roślinny. Opisy i obrazy roślin z 10 tablicami barwnymi i 240 rysunkami, opracowała Marja Aret-Golezewska. Cena rb. 1 kop. 20, w oprawie kart. 1 35
- Sporzyński K.* Nauka fizyki, podług Karstena i Kleibera, z licznymi rysunkami, rb. 1.80, w oprawie 2 20
 — Nauka fizyki (skrócona) z licznymi rysunkami, w oprawie 1 20
- Sosnowski J.* Z pracowni fizjologa. Podręcznik do doświadczeń fizjologicznych. Z rycinami — 30
- Stefanowska M.* Życie w oceanie. Opis popularny roślin i zwierząt morskich, ze 173-ma rysunkami oraz tablicą kolorową 1 —
- Wiickerkiewicz W. i Izdebski W.* Mały Brehm. Życie i obyczaje zwierząt w zarysach. Z 24 tabl. kolor., w opr. w płótno ang. — 2