

ZASADY MINERALOGII
I GEOLOGII



Prof. Dr. TADEUSZ WIŚNIEWSKI

ZASADY
MINERALOGII i GEOLOGII

DLA

KLAS WYŻSZYCH SZKÓŁ ŚREDNICH

(Z RYCINAMI i MAPKĄ GEOLOGICZNĄ)

WYDANIE TRZECIE

CENA EGZEMPLARZA OPRAWNEGO 3 K

NAKŁADEM K. S. JAKUBOWSKIEGO
WE LWOWIE ❀ ❀ ❀ ❀ ❀ ❀ ❀ 1912

Do udostępnienia
tylko w Czytelni



41963
549+55] (075.3)

Wszystkie prawa zastrzeżone.

Biblioteka Pedagogiczna w Radomiu
nr inw.: K - 41963



BGZs 41963

SPIS TREŚCI.

Część I.

	Strona
Krótki pogląd na dzieje ziemi, powstanie skorupy ziemskiej i jej składniki	1—5
O pewnych własnościach soli kamiennej	6—9
O geometrycznych własnościach kryształów siarki	10—14
Układy krystalograficzne	15—17
O kryształach sfalerytu i postaciach półściennych	17—18
Postacie złożone i ich określanie	18—19
O kryształach niedokładnie wykształconych	19—20

Część II.

Co nazywamy fizyografią minerałów, a co geologią fizyograficzną i dynamiczną?	22
O wulkanach i zjawiskach wulkanicznych	22—27
Kwarczec	28—29
Krzemiany pierwotne, będące głównymi składnikami skał wybuchowych	29—33
O skałach wybuchowych wogóle i ich najważniejszych rodzajach	33—40
Krzemiany, znajdujące się w skałach wybuchowych jako składniki dodatkowe	40—42
O wodzie, chemicznym działaniu wody na skorupę ziemi i jej składniki wogóle, tudzież o powstawaniu źródeł	42—48
Krzemiany pochodne	48—50
O rozpadaniu się i wietrzeniu skał, tudzież o glebie rodzajnej i jej powstawaniu	52—57
Fosforany i azotany	57—59
Kalcyt albo wapień	59—60
O tworzeniu się skał wapiennych i rozmaitych gatunkach wapienia	61—65
Węglany równopostaciowe z kalcylem i inne	65—67
Siarczany	68—69
O składzie wody morskiej i chemicznych osadach mórz i jezior słonych	69—71
Solowce (chlorki i fluorki)	71—72
O działaniu mechanicznym wody, o lodowcach i działaniu wiatrów, jako czynnikach geologicznych	73—83
O najważniejszych skałach okruchowych	84—86
Skały osadowe wogóle	86—88
Przegląd skał osadowych	88
Tlenki	88—92
O znajdowaniu się metali i ich kruszców, o t. zw. żyłach kruszczowych i wogóle mineralnych, tudzież o kruszczowych pokładach i t. p.	92—96

	Strona
Lśnieńce (lampryty)	96—99
O ruchach, którym ulega skorupa ziemiska, o jej fałdowaniu się, powstawaniu gór i t. p.	99—108
Węglowce	109—111
O t. zw. skamieniałościach i ich znaczeniu	111—113
Pierwiastki	113—115
O metamorfizmie i łupkach krystalicznych	115—116
Krótkie powtórzenie najważniejszych wiadomości o złożeniu i budowie skorupy ziemskiej	116—118
Przegląd systematyczny minerałów opisanych lub wymienionych w książce	119
Przegląd systematyczny skał	120

Część III.

Co nazywamy geologią historyczną i stratygrafią?	121
Krótkie zestawienie dziejów skorupy ziemskiej i najważniejszych utworów geologicznych w chronologicznym następstwie, tak, jak się tworzyły. Zarys rozwoju świata roślin i zwierząt	121—144
Co to jest mapa geologiczna?	145—147
Pogląd na budowę geologiczną Galicyi i innych dzielnic Polski (do tego mapka geologiczna)	147—159

Ryc. 1. z książki Ernst, Kosmografia; Ryc. 9. — Ficker, Mineralogie u. Geologie; Ryc. 28. — Seignette, Cours élémentaire de géologie; Ryc. 29. — Neumayr-Uhlig, Erdgeschichte; Ryc. 30. — Hochstetter, Die feste Erdrinde; Ryc. 32. — Rinne, Praktische Geistenskunde; Ryc. 45., 97. — Robin, La terre; Ryc. 54. — Tschermak-Morozewicz, Mineralogia; Ryc. 55., 74., 104., 123., 124. — Walther-Wiśniowski, Wstęp do geologii; Ryc. 58—60., 103., 151., 164. — Friedberg, Zarys geologii; Ryc. 70. b, c, 86., 121. — Dana-Siemiradzki, Podręcznik geologii; Ryc. 72., 92. — Geikie-Jurkiewicz, Geologia; Ryc. 73., 95., 126. — Wossidlo, Mineralogie und Geologie; Ryc. 81. — Nałkowski, Geografia fizyczna; Ryc. 94. — według Dunikowskiego, Od Atlantyku przez Góry Skaliste; Ryc. 98. — Löwl-Weyberg, Zarys nauki o skałach; Ryc. 106. — Cotta, Geologische Bilder; Ryc. 114., 116. — Kaiser, Lehrbuch der Geologie; Ryc. 118., 131., 154. — Gümbel, Grundzüge der Geologie; Ryc. 140. według obrazu Kuhnerta.

Niektóre zadania wzięte z dziełka: Walther, spolszczył Wiśniowski — Wstęp do geologii.

CZĘŚĆ I.

Wiadomości wstępne z geologii i mineralogii.

Krótki pogląd na dzieje ziemi, powstanie skorupy ziemskiej i jej składniki.

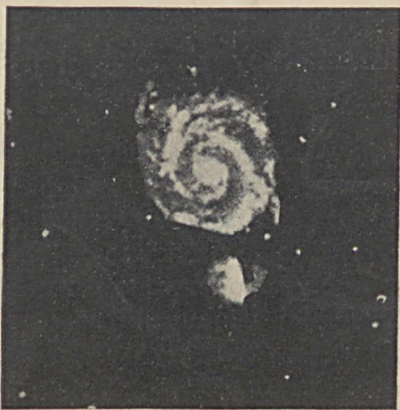
1. Podług teorii kosmogonicznej Kanta i Laplace'a¹⁾ cały układ słoneczny przedstawiał pierwotnie olbrzymią mgławicę, podobną do dostrzeganych dzisiaj na niebie, a złożoną z materji w stanie gazowym, o bardzo wysokiej temperaturze. Słońce dzisiejsze odpowiada jądro owej mgławicy kosmicznej, a części oderwane od niej pod działaniem siły odśrodkowej, skutkiem jej ruchu obrotowego (początkowo kształtu wirujących pierścieni), wytworzyły wszystkie planety (najdalszego Neptuna, potem Urana, Saturna, Jowisza, Marsa, Ziemię, Wenerę i na koniec najbliżej słońca Merkurego, tudzież całe mnóstwo drobnych ciał niebieskich, zwanych planetoidami, które krążą dokoła słońca między Jowiszem i Marsem), między niemi i tę, na której mieszkamy. Z planet jeszcze w stanie gazowym powstały w sposób analogiczny księżyce.

Wiele faktów przemawia na korzyść tej teorii. I tak wszystkie planety poruszają się dokoła słońca w tym samym kierunku i niemniej zgodnie obracają się także dokoła swych osi, tak samo, jak ich księżyce, z wyjątkiem jedynie księżyców Urana i Neptuna. Również drogi obiegu wszystkie planet leżą prawie w jednej płaszczyźnie równikowej słońca i w tej samej płaszczyźnie krążą ich księżyce, chociaż i tu stanowią wyjątek satelici obu planet najdalszych. Wreszcie ciężar właściwy planet zewnętrznych jest mniejszy niż wewnętrznych, co odpowiada temu, że powstały one z szczególnie lekkiej

¹⁾ Emanuel Kant (1724—1804), jeden z najgenialniejszych myślicieli świata, całe życie spędził w Królewcu, gdzie w Uniwersytecie był najpierw profesorem astronomii i matematyki, później filozofii. Swoją teorię kosmogoniczną ogłosił w r. 1755. W 40 lat później znakomity astronom francuski Laplace doszedł zupełnie niezależnie od Kanta do poglądów mniej więcej takich samych.

partyi zewnętrznej owej mgławicy pierwotnej, której cząstki cięższe, skutkiem grawitacji, dążyły ku środkowi. A przytem mgławice kosmiczne, podobne do pramgławicy, z której miał powstać nasz system słoneczny, można i dzisiaj, jak już wspomniano, obserwować w wielu punktach na firmamencie. Charakterystyczne widmo, jakie dają, jeżeli światło ich przepuścić w stosownym przyrządzie (spektroskop) przez pryzmat rozszczepiający promienie świetlne (por. odpowiedni rozdział w fizyce), dowodzi, że tworzą je rzeczywiście gazy rozżarzone o bardzo wysokiej temperaturze; niektóre z nich przedstawiają się w postaci pierścieni lub smug spiralnie skręconych, jakby w do-

Ryc. 1.



Mgławica spiralna w konstelacji Psów gończych.

wód ruchów obrotowych, którym ulegają (ryc. 1.). Meteority, okazując jedność materii w całym układzie słonecznym (por. „Wiadomości z chemii mineralogii“, str. 133.), mogą być uważane niejako za bezpośredni i oczywisty dowód wspólnego pochodzenia wszystkich ciał niebieskich, które wchodzą w skład naszego systemu planetarnego.

Oczywiście ziemia po pierwszym okresie w historii swego rozwoju, w którym przedstawia się jeszcze jako ciało gazowe, przeobraziła się z wolna w kulę ognisto ciekłą, aż wreszcie powstała na niej skorupa stała pod potężną pokrywą atmosfery, pierwot-

nie znacznie gęstszej, niż dzisiaj, bo zawierającej wiele rozmaitych ciał bardziej lotnych, które utraciła w miarę stygnięcia.

Ziemia nie jest jednak dokładnie kulista, bo jej promień równikowy ma 6377·4 km, a biegunowy tylko 6356·1 km. Otoczona jest warstwą atmosfery o grubości, idącej przy nadzwyczajnem rozrzedzeniu w setki, a nawet tysiące kilometrów. Pod atmosferą znajduje się stała skorupa, czyli litosfera, na której morza, zajmujące bez mała $\frac{3}{4}$ jej powierzchni, z wszystkimi innymi wodami przedstawiają t. zw. hydrosferę. Gdzie litosfera, atmosfera i hydrosfera graniczą z sobą i poniekąd wzajem przenikają w siebie, rozwinął się z czasem świat organiczny, rośliny i zwierzęta, czyli biosfera. Wnętrze ziemi, ponieważ posiada jeszcze ciągle bardzo wysoką temperaturę, przedstawia z tego względu t. zw. piro-sferę, która w części środkowej z powodu nagromadzonych tam przedewszystkiem ciężkich metali (por. „Wiadomości z chemii i mineralogii“, str. 133.) nosi także nazwę barysfery albo metalosfery, będącej prawdo-

podobnie w stanie gazowym, ale z powodu olbrzymiego ciśnienia z gęstością bardzo znaczną.

2. *Skorupę ziemi* tworzą, jak wiemy, rozliczne skały i minerały, których wygląd i sposób powstania przedstawia się bardzo rozmaicie.

Nie widzimy dzisiaj nigdzie litosfery pierwotnej, która powstała wprost przez skrzepnięcie części powierzchniowych ognisto ciekłej masy, tworzącej zrazu całą kulę ziemską; z biegiem czasu, który niewątpliwie należy liczyć na miliony lat, musiała ona ulegać zasadniczym przemianom. Wiemy tylko, że wogóle skorupa ziemska — tak dziś, jak i w owych odległych epokach dziejów ziemi — *właduje* się, pęka i t. p., skutkiem czego powstają w niej głębokie i rozległe szczeliny. W ten sposób tworzyły się na ziemi od najdawniejszych czasów miejsca, któremi dobywały się z wewnątrz masy ognisto ciekłe, a ponieważ powtarzało się to ciągle i powtarza się obecnie, czego dowodem wulkany, więc nie dziwnego, że skrzepłe masy wybuchowe tego rodzaju odgrywają ważną rolę w budowie litosfery na naszej planecie.

Zarówno to, z czego się składała skorupa pierwsza, jak i wszystko, co się dobyło później w stanie ognisto ciekłym z głębi, są to *składniki pierwotne skorupy ziemskiej*:

Z czasem wszakże temperatura obniżyła się na ziemi niżej punktu wrzenia wody, a wówczas para wodna, znajdująca się w atmosferze, skropliła się i opadła, tworząc morza, jeziora, rzeki i strumienie. Rozpoczęło się zatem działanie wody na kulę ziemską i to w dwojaki sposób: na drodze chemicznej i mechanicznej. Woda ciągle rozkłada, przeobraża i częściowo rozpuszcza rozmaite składniki skorupy ziemi, a następnie osadza z nich napowrót nowe ciała mineralne — i to jest jej działanie chemiczne; prócz tego działa ona jeszcze mechanicznie — jako fale morskie, które kruszą brzegi lądu, lub rzeki i strumienie, unoszące żwir, piasek i muł, a w ten sposób dostarcza materiału na rozmaite zlepnięcia, piaskowce i t. d.

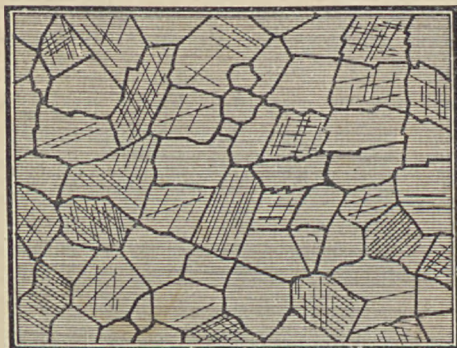
Wreszcie z chwilą, kiedy świat zwierzęcy i roślinny zjawił się na ziemi, zaznacza się nowy czynnik twórczy w budowie litosfery. Rozmaite rośliny dawnych okresów w dziejach ziemi wytworzyły pokłady węgla kamiennego; z wapiennych skorupek mikroskopijnie drobnych zwierzątek, t. zw. otwornic, które miliardami żyją w morzach, powstają pokłady kredowe; gdzie indziej tworzą się rafy koralowe.

Skały i minerały, które zawdzięczają powstanie swe chemicznemu albo mechanicznemu oddziaływaniu wody, dalej kreda lub węgiel kamienny są to *składniki pochodne w skorupie naszej ziemi*: wytworzyły się one dopiero pod działaniem wody, organizmów i t. p. — wprost lub pośrednio — z tych składników pierwotnych, o których wyżej była mowa, lub z materiałów przez nie dostarczonych.

W ten sposób w ciągu niezmiernie długich okresów czasu, które trzeba obliczać na miliony lat, powstała skorupa ziemi taka, jak ją dzisiaj widzimy, i te rozmaite kamienie, które ją tworzą.

Nauka, która się zajmuje poznaniem dziejów ziemi, budowy i złożenia skorupy ziemskiej, ludzie badaniem tych czynników, które na nią działają kształtująco, nazywa się *geologią*¹⁾.

Ryc. 2.

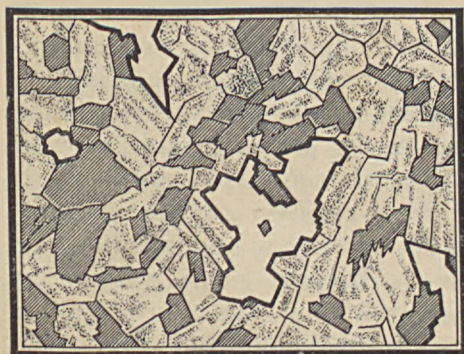


Polerowany marmur, oglądany w powiększeniu.

3. Między rozmaitymi składnikami skorupy ziemi, które spotykamy w jej łonie lub na jej powierzchni, marmur i granit należą do dosyć pospolitych; w przyrodzie tworzą one w wielu miejscach całe góry i skały, a człowiekowi, który dobywa je w kamieniołomach, służą do wyrobu licznych przedmiotów przemysłu i sztuki.

Jeżeli porównamy kawałek białego, ziarnistego marmuru, jakiego się używa na rzeźby, przytem wypolerowanego (ryc. 2.), z okazem wygładzonego granitu (ryc. 3.), spostrzeżemy od razu, że pierwszy z nich składa się, nawet w największym kawałku, zawsze z ziarn takich samych, podczas gdy drugi okazuje złożenie z ziarn trojakiego rodzaju, różniących się nie tylko barwą, ale i innymi własnościami. Jedne z nich, barwy różowej lub białawej, nazywamy ortoklazem, inne — przezroczyste — przypominają okruchy szkła i są kwarcem, trzecie w postaci drobnych, ciemnych lub jasnych blaszek i łusek, które łupią się w cienkie listki o silnym połysku, noszą nazwę łyszczyku. *Kamieniami jednorodnymi*, jak marmur, są

Ryc. 3.



Polerowany granit, oglądany w powiększeniu.

rozmaite kruszce, owe składniki granitu, oddzielnie wzięte i t. p., podczas gdy piaskowce lub lawy wulkanów są, podobnie jak granit, *kamieniami złożonymi*.

¹⁾ gē (gr.), ziemia; lógos (gr.), mowa, nauka.

Mówimy o *skałach* granitowych lub marmuru, nikt jednak nie nazwie skałą jakiegoś kruszcu¹⁾, z którego wytapiamy srebro lub ołów. Noszą one nazwę *minerałów*²⁾, jak jeszcze wiele innych kamieni, n. p. owe składniki granitu, które poznaliśmy jako ortoklaz, kwarciec i łyszczyk. Skałami nazywamy bowiem wogóle tylko takie kamienie, które, jak granit, piaskowce lub marmur, znajdują się w przyrodzie w wielkich masach, tworząc nieraz całe góry i łańcuchy górskie, podczas gdy minerałem jest każdy jednorodny składnik skorupy ziemskiej, bez względu na sposób znajdowania się. Granit, tworzący całe góry, jest złożony z rozmaitych składników mineralnych, nazywamy go zatem skałą, a nie minerałem; jakiś kruszec srebra lub ortoklaz, jako jednorodne kamienie, ale nie znajdujące się w wielkich masach, mają nazwę tylko minerałów; marmur zaś może być uważany i jako pewien rodzaj skały, o ile miejscami tworzy całe pokłady i góry, i jako minerał, ponieważ przedstawia się jednorodnie, jak łyszczyk, ortoklaz lub jakiś kruszec.

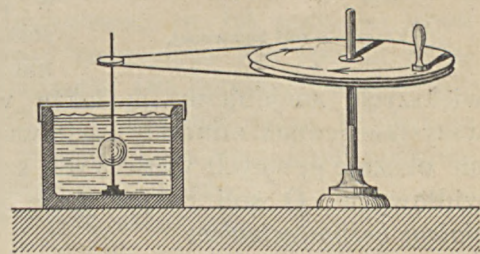
Naukę, która ma na celu poznanie rozmaitych własności minerałów, zbadanie ich tworzenia się i przeobrażania, nazywamy *mineralogią*³⁾.

Sól kamienna, siarka, sfaleryt, kwarciec należą do minerałów pospolitych. Przypatrzmy się obecnie niektórym ich własnościom.

Doświadczenia i zadania.

Teorya Laplace'a i Kanta znajduje poniekąd potwierdzenie także w eksperymencie. Aby to pokazać, bierze się naczynie szklane, wypełnione mieszaniną wody i spirytusu, którą sporządza się tak, aby miała ciężar właściwy dokładnie równy ciężarowi oliwy; potem wpuszcza się do naczynia oliwę w niezbyt wielkiej ilości. Przybiera ona w takim razie kształt kuli, pływającej swobodnie wśród cieczy. W naczyniu znajduje się sztyft, który dolnym końcem wspiera się w stałej panewce na dnie, górnym przechodzi przez otwór w deseczce, umocowanej na wierzchu naczynia (ryc. 4.). Na górnym końcu sztyfta jest kółko, stale nasadzone, z rowkiem na obwodzie; pośrodku części zanurzonej umieszcza się małe kółko żelazne. Sztyft daje się wysuwać i wsuwać; przebija się nim przeto pływającą kulę oliwy tak, aby kółko znalazło się w jej środku, i łączy się sznurkiem kółko na sztyfcie z kołem wirownicy, którą wprawia się w szybki ruch obrotowy. Kulka oliwy natychmiast zaczyna się spłaszczać, poczem przeobraża się w pierścień,

Ryc. 4.



Przyrząd do doświadczalnego stwierdzenia teorii Laplace'a i Kanta.

¹⁾ Nazwę kruszców mają kamienie, z których się otrzymuje metale, zwłaszcza ciężkie. ²⁾ mina (nowo-łac.), kopalnia. ³⁾ mina i lógos.

który, opuściwszy krążek, swobodnie wiruje w cieczy. Jeżeli doświadczenie robi się ostrożnie, to tylko część oliwy odrywa się jako pierścień, a reszta, dalej wirując, pozostaje na krążku. Pierścień, który się oddzielił, rozrywa się potem na części, które zlewają się w jedną lub kilka mniejszych kulek.

Przeprowadzić porównanie między przebiegiem tego doświadczenia i tworzeniem się naszego systemu planetarnego podług teorii Kanta i Laplace'a.

O pewnych własnościach soli kamiennej.

4. Sól kamienna, ze względu na swe *własności chemiczne*, jest, jak wiemy, chlorkiem sodu, NaCl. Nie zawiera żadnego ciężkiego metalu i zgodnie z tem posiada *ciężar właściwy* nieznaczny, przeszło 2.

Bezbarwna, bywa jednak — jak wiele innych minerałów — bardzo często przez obce domieszki *zabarwiona* zielonawo-szaro, a niekiedy nawet niebiesko lub czerwono. *Minerały barwne*, t. j. posiadające pewien kolor im właściwy, n. p. cynober, mają zazwyczaj i *ryse* taką samą (wyjątkiem minerały o wyglądzie metalicznym, n. p. msiężno-żółty piryt z rysą czarniawą, lub z taką samą rysą czerwony nikielin); rysa na soli — czyto czerwonej, czy też niebieskiej lub szarej — jest, jak u wszystkich minerałów zabarwionych, zawsze jednako biaława.

Ryc. 5.



Kryształy soli kamiennej.

5. Jeżeli rozpuścimy sól kamienną w wodzie i poddamy ten roztwór powolnemu odparowaniu w jak największym spokoju, naówczas osadzi się sól z wolna na dnie naczynia, w postaci mnóstwa drobnych sześcianków. W takich samych sześciannach, tylko nieraz bez porównania

większych, znajdujemy ją także w przyrodzie (por. ryc. 5.). Nie wszystkie jednak minerały zachowują się podobnie. I tak opał nigdy nie okazuje pewnych właściwych sobie kształtów geometrycznie prawidłowych. O soli mówimy, że się *krystalizuje*, opał nazywamy *ciałem bezpostaciowem*.

Ciało ograniczone płaskimi ścianami, postaci geometrycznie prawidłowej, istotnej czyli jemu właściwej i pierwotnej, t. j. nie będącej dziełem ręki człowieka, nazywamy *kryształem*¹⁾; jest to jakby osobnik światła anorganicznego (ryc. 6.). W kryształach własności postaciowe są tak ściśle związane z fizycznymi, że znając jedno, możemy wnosić o pozostałych, n. p. z postaci o pewnych własnościach optycznych lub naodwrot.

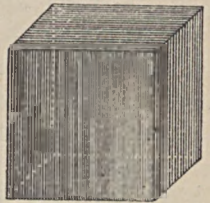
¹⁾ krystallos (gr.), lód, kryształ górski.

Gdyby parowanie odbywało się zbyt szybko lub nie towarzyszył temu spokój, koniecznie w takim razie potrzebny, to nie osadziłyby się na dnie naczynia wyraźne sześcianki, tylko powstałyby osad skorupiasty, o budowie ziarnistej. Nazywamy taką sól ziarnisto-kryształiczną, jak marmur na ryc. 2. W przyrodzie spotykamy sól kamienną tego rodzaju bardzo często, tak bowiem przedstawia się ona tam, gdzie tworzy całe pokłady w głębi ziemi; czasem znajdujemy ją w odmianie pręcikowej lub nawet włóknistej. Owe ziarna, pręciki i włókna nie są niczem innym, jeno także osobnikami mineralnymi, które, należycie nie mogąc się wykształcić, raz przybrały postać ziarn rozmaitego kształtu, to znowu wydłużyły się w pręciki lub delikatne włóknienka, tworząc w ten sposób *skupienia krystaliczne*.

6. Kryształy, względnie skupienia krystaliczne, powstają w przyrodzie w rozmaitych warunkach: z roztworów, które parują (n. p. kryształy soli), z roztopów podczas krzepnięcia (n. p. w lawach), drogą sublimacji — wprost z pary danego ciała (w kraterach wulkanów kryształy siarki) i t. p.; wogóle, kiedy jakieś ciało zmienia swój stan skupienia z ciekłego lub lotnego na stały. Wówczas cząsteczki (drobiny) jego, przyciągając się wzajemnie, ustawiają się regularnie w pewnych odstępach, a jeżeli warunki były sprzyjające, rezultatem tego jest powstanie prawidłowej postaci, zwanej kryształem.

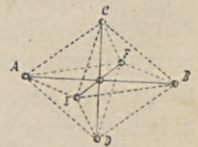
Wyobraźmy sobie, że patrzymy na cząsteczki jakiegoś ciała mineralnego, które znajduje się w roztworze, i to w chwili, kiedy się rozpoczyna *proces krystalizacji*. Oczywiście, że, jak rozmaita bywa postać zasadnicza kryształów, również rozmaitym jest sposób układania się cząsteczek w czasie krystalizacji. Dla przykładu wybieramy jeden z wielu możliwych wypadków. Widzimy więc, że dokoła drobnej cząsteczki, od której się proces rozpoczyna, inne podobne ustawiają się symetrycznie, po jednej u góry, u dołu, na prawo i na lewo, z przodu i z tyłu, skutkiem czego powstaje pierwszy zawiązek kryształu, jak na ryc. 7. Przypuśćmy, że w nim odległość tych cząsteczek od środkowej dla każdego z trzech wymienionych kierunków jest odmienna, największa w kierunku AB, mniejsza w kierunku CD, a najmniejsza w kierunku EF. Każda z naszych sześciu cząsteczek przyciąga nowe, a te znowu inne, zawsze według tego samego prawa (t. j. odległość między nimi będzie zawsze największa w kierunku AB, najmniejsza w kierunku EF), skutkiem czego powstaje wreszcie kryształ.

Ryc. 6.



Kryształ soli kamiennej.

Ryc. 7.



Zawiązek kryształu.

Wzrost kryształów odbywa się przeto przez prawidłowe układanie się nowych cząsteczek na zewnątrz już istniejących, innemi słowy, kryształ narasta jakby warstwami.

Można to stwierdzić na kryształach rozmaitych alunów. Ciała te różnią się często barwą, odpowiednio do pewnych różnic w składzie chemicznym, krystalizują się wszakże jednakowo. Nie dziwnego zatem, że, jeżeli weźmiemy kryształ alunu chromowego $[\text{CrK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}]$ barwy fioletowej, a postaci ośmiościanu (ryc. 17. c) i zanurzymy go w roztworze bezbarwnego alunu zwyczajnego $[\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}]$, będzie on rósł bez przeszkody przez osadzanie się warstewek coraz nowszych, tym razem zupełnie bezbarwnych. W ten sposób powstanie kryształ bezbarwny, ale z jądrem wyraźnie fioletowym (ryc. 23. a).

7. Cały szereg własności fizycznych, które można widzieć tylko na kryształach, pozostaje w związku z ich budową i złożeniem z drobin, rozmieszczonych zawsze regularnie i prawidłowo. Rozglądnijmy się zatem bliżej w tych szczególnych własnościach, których nigdy nie posiadają ciała bezpostaciowe.

Bierzemy kryształ soli. Przykładamy ostrze noża równoległe do którejkolwiek jego krawędzi i uderzamy w nie z lekka młotkiem; widzimy, że za każdym razem odpada płytka o ścianach zupełnie gładkich. Łatwo jednak sprawdzić, że sześciątka soli daje się łupać w ten sposób tylko równoległe do swoich ścian, nigdy inaczej; widocznie przeto spójność w naszym kryształcie jest tak nieznaczna wyłącznie w kierunku prostym do tych płaszczyzn łupliwości. W mineralu, w którym cząsteczki nie są regularnie rozmieszczone, nie mogą istnieć pewne stałe kierunki spójności mniejszej i większej i dlatego tylko kryształy okazują łupliwość. A tak samo — między innymi — i to jest następstwem rozmieszczenia prawidłowego cząsteczek w kryształcie soli, że, chociaż posiada on wogóle twardość bardzo nieznaczną, to jednak przyjdzie nam łatwiej zarysować go w kierunku równoległym do krawędzi, niż w jakimkolwiek innym.

Z kulą wyrobioną z kwarcu możemy znowu zrobić inne doświadczenie. Ogrzewajmy ją, a przekonamy się, że rozszerza się w jednym kierunku więcej, aniżeli w innych; widocznie w tym kierunku współczynnik rozszerzalności jest znaczniejszy.

Kryształy minerałów okazują niekiedy nawet odmienne zabarwienie, jeżeli patrzymy na nie do światła w kilku kierunkach rozmaitych (różnobarwność albo pleochroizm¹⁾). Niebieskie kryształy minerału zwanego kordierytom (por. § 36.), oglądane do światła z trzech różnych stron, są raz barwy niebiesko-szarej, to znowu żółtej lub wreszcie niebieskiej.

Ani opal, ani żaden inny minerał bezpostaciowy nie może okazywać łupliwości lub pleochroizmu i t. p. Stąd, gdybyśmy mieli nawet nieregularną bryłkę jakiegoś minerału, moglibyśmy na pewne

¹⁾ pléos (gr.), obfitujący w coś; chróa (gr.), barwa.

twierdzić, że jest ona kawałkiem kryształu, jeżeli tylko posiada chociażby jedną z tych właściwości. Przekonamy się niebawem, że własności fizyczne nie tylko pozwalają zazwyczaj określić, czy mamy do czynienia z kryształem, czy też z ciałem bezpostaciowym, lecz nawet dają możność oznaczenia bliżej pewnych znamion postaciowych dla takich minerałów, które się krystalizują.

8. Kryształy mają postać nader rozmaistą. Kształt ich jest dla wielu minerałów znamieny, przedstawia przeto bardzo ważną cechę rozpoznawczą, po której niejedyn minerał daje się już na oko oznaczyć. Poznaniem własności postaciowych najrozmaitszych kryształów, naturalnych czy sztucznych, zajmuje się *krytalografia*¹⁾, t. j. nauka wogóle o kryształach.

Doświadczenia i zadania.

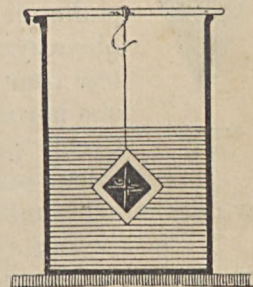
1) Weź 15 g alunu zwyczajnego, rozpuść go w 100 g letniej wody, poczem roztworem tym wypełń słoik średniej wielkości, a pośrodku zawieś w nim wolno niegrubą nitkę, owiniętą jednym końcem kilkakrotnie na patyczku tak, aby tylko drugi koniec zanurzał się w cieczy. Patyczek wesprzyj końcami na brzegach naczynia (por. ryc. 8.), które umieść w miejscu spokojnem, o temperaturze niewysokiej, a jednostajnej, n. p. w piwnicy, a dla zabezpieczenia przed kurzem przykryj ćwiartką papieru. Oziębienie się cieczy spowoduje, że wytworzą się na zanurzonej nitce bardzo szybko drobniutki kryształki alunu. Skutkiem parowania wody będą one dalej rosły, ażeby zaś ciągle w cieczy były zanurzone, potrzeba od czasu do czasu odwijać nitkę z patyczka. Skoro wreszcie dostatecznie urosną i przybiorą wyraźny kształt ośmiościanów (por. ryc. 8.), wybierz najładniejszy z nich, usuwając wszystkie pozostałe, i zawieś go dalej w tym samym roztworze. Kryształ będzie ciągle rósł i można w ten sposób otrzymać ośmiościany nawet dosyć znacznych rozmiarów.

2) Rozpuść siarkę w dwusiarczku węgla, kroplę tego roztworu umieść na t. zw. preparatowem szkiełku i rozpatruj przez mikroskop. Dwusiarczek węgla paruje bardzo szybko i wnet wytworzą się na szkiełku drobne kryształki siarki, takie, jak na ryc. 9.

3) Powtórz doświadczenia pod 1) z roztworem alunu chromowego barwy fioletowej. Skoro otrzymasz spory kryształ, zawieś go w roztworze zwykłego alunu bezbarwnego. Co nastąpi? (Por. § 6. i ryc. 8.)

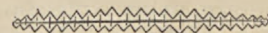
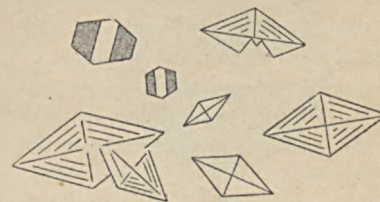
4) Sporządź z wosku pewną ilość kulek równej wielkości i przy pomocy patyczków od zapalek zrób z tego model rozmieszczenia cząstek w kryształcie, jak na ryc. 7.

Ryc. 8.



Naczynie z kryształem alunu zwykłego, który obrasta alun chromowy.

Ryc. 9.



Drobne kryształki siarki, wykrystalizowane z roztworu w dwusiarczku węgla.

¹⁾ gráfo (gr.), piszę, opisuję.

Następnie pokaż na tym modelu, jak kryształ rośnie, posługując się nowymi kulkami i patyczkami.

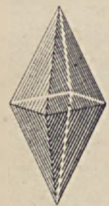
5) Oznacz ciężar właściwy soli i marmuru przy pomocy wagi hydrostatycznej (sól rozpuszcza się w wodzie!).

6) Na szereg minerałów zbadaj, które z nich są barwne, a które zabarwione.

O geometrycznych własnościach kryształów siarki.

9. Siarka krystalizuje się niekiedy w postaci takiej podwójnej piramidy, jak na ryc. 10. Wszystkie trzy przekroje, jakie można przeprowadzić w tym kryształcie przez którekolwiek cztery naroża, mają zawsze kształt rombu, stąd postaci tego rodzaju noszą nazwę „piramid rombowych“.

Ryc. 10.

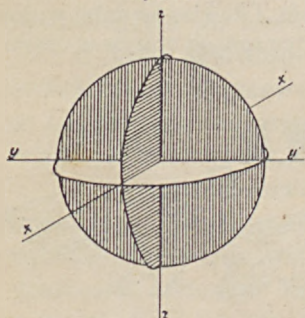


Kryształ siarki.

Nietrudno zauważyć, że nasz kryształ siarki daje się podzielić trzema płaszczyznami, stojącymi do siebie prostopadle, na trzy pary połówek, symetrycznych względem tych płaszczyzn, które dlatego noszą nazwę jego *płaszczyzn symetrii* (por. ryc. 11.). Dwie z tych ostatnich przechodzą przez oba naroża wierzchołkowe i po dwa przeciwległe środkowe, trzecia przez wszystkie cztery naroża środkowe. Przecinają zatem po dwie pary różnych naroży, dla każdej płaszczyzny w odmiennej kombinacji i dlatego mówimy, że nie są równoznaczne.

Płaszczyzny symetrii przecinają się z sobą wewnątrz kryształu w trzech do siebie prostokątnych liniach przecięcia XX' , YY' , ZZ' , które przyjmujemy w tym wypadku jako t. zw. *osi krystalograficzne* naszego kryształu i nazywamy krótko osią X, Y i Z.

Ryc. 11.



10. Jeżeli na kryształ siarki patrzymy w kierunku jednej osi, to przedstawia się on nieco odmiennie, niż oglądany w kierunku którejkolwiek osi innej. Przyczyną tego jest okoliczność, że ściany jego są względem każdej z tych osi inaczej nachylone: do jednej z nich mniej i tworzą tu naroża ostrzejsze, do pozostałych zaś są bardziej pochyłe i tworzą tam naroża tępsze.

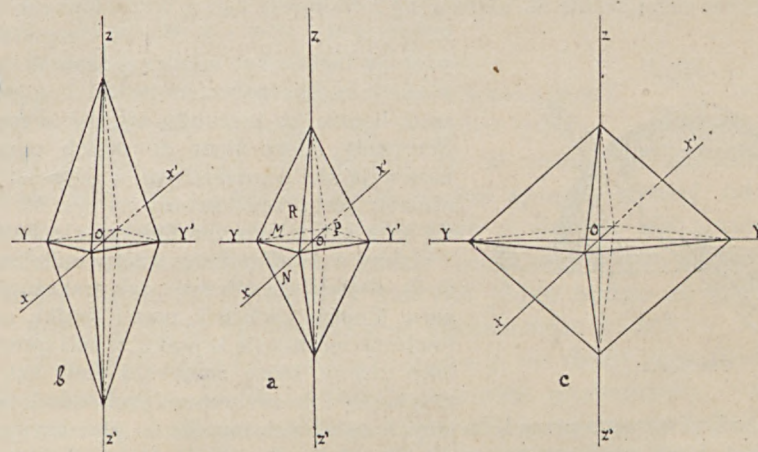
Przekonano się, że nasz kryształ zachowuje się odmiennie w kierunku każdej osi nie tylko ze względu na swoją postać, ale także co do swych własności fizycznych (współczynnik rozszerzalności, przewodnictwo ciepła i t. d.). Mówimy więc, że w kryształcie siarki są „osi różne“, a sam kryształ nazywamy „różnoosiowym“.

11. Każda ściana kryształu siarki przecina się z każdą z tych osi w którymś z sześciu naroży (por. ryc. 12. a). Łatwo nam będzie za-

uważyć, że w naszym kryształcie oddalenie tego punktu przecięcia się od środka kryształu, gdzie się wszystkie osi schodzą z sobą, jest na każdej osi odmienne. W narożu ostrzejszym przecinają się ściany z osią przechodzącą tamtędy w większym oddaleniu, niż z inną osią w tępszym narożu. Odmierzmy dla każdej osi to oddalenie i oznaczmy długość tych odcinków, licząc od punktu środkowego O, ogólnie literami a, b, c.

Jeżeli przeto w piramidzie na ryc. 12. a stosunek długości tych odcinków da się przedstawić stosunkiem $a : b : c$, to dla piramidy na ryc. 12. b ten sam stosunek będzie się przedstawiał $a : b : mc$, a dla piramidy na ryc. 12. c — $a : nb : c$ (przyjmując m i n większe od 1). Widzimy z tego, że znajomość samego stosunku długości tych od-

Ryc. 12.



Trzy piramidy rombowe o odmiennych stosunkach parametrów.

cinków wystarcza, aby o jakiejś piramidzie rombowej powiedzieć, czy ona postacią swoją różni się od piramidy siarki i o ile, innymi słowy, czy jest w kierunku którejkolwiek osi ostrzejsza od niej lub tępsza (por. ryc. 12.).

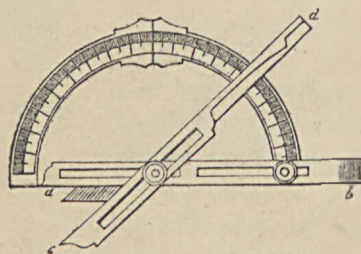
Oczywiście, jeżeli w jakiejś piramidzie rombowej odcinki wszystkich trzech osi, X, Y, Z, są α razy dłuższe, niż w piramidzie siarki na ryc. 12. a, to różni się ona od naszego kryształu nie kształtem, ale tylko rozmiarami, gdyż stosunek $\alpha a : \alpha b : \alpha c$ daje się (drogą skrócenia przez α) sprowadzić do formy $a : b : c$.

Jakie więc jest znaczenie osi krystalograficznych i czym są one w każdym kryształcie, teraz przyjdzie nam łatwo określić: są to idealne proste, co najmniej trzy, przecinające się w środku kryształu, które pozwalają nam, ze stosunku długości odcinków swoich, łatwo i ściśle oznaczyć większe lub mniejsze nachylenie jego ścian do danej osi i wogóle położenie tych ścian w przestrzeni. W matematyce proste tego rodzaju nazywają się „osiami współrzędnymi“.

Odcinki osi krystalograficznych, od punktu przecięcia się wszystkich trzech osi w środku kryształu do punktu przecięcia się każdej z nich z daną ścianą, noszą nazwę *parametrów*¹⁾ tej ściany. Widzieliśmy, że znajomość stosunku właśnie tych parametrów ma pierwszorzędne znaczenie dla dokładnego oznaczenia postaci jakiegos kryształu, a przekonano się, że rozmaite związki szluczne i naturalne krystalizują się w postaciach, które mają stosunek parametrów tym ciałom właściwy, skutkiem czego przedstawia on ważną cechę rozpoznawczą.

12. W naszym kryształcie siarki, a tak samo w każdej innej piramidzie, wystarczy oznaczyć stosunek parametrów tylko dla jednej, którejkolwiek ściany, gdyż wszystkie inne przecinają się z odpowiednimi osiami w tych samych odległościach.

Stosunek parametrów, odciętych w kryształcie siarki (ryc. 12. a) na osiach X, Y, Z przez daną ścianę M, oblicza się z wielkości kątów dwuściennych między ścianami M i R, P i M, M i N. Oczywiście, im większy będzie kąt między ścianą M i N, tem większy będzie parametr na osi Z, a cały kryształ będzie w kierunku tej osi wydłużony. Przyrządy, które służą do takich pomiarów, nazywają się *goniometrami*²⁾; najprostszy goniometr jest przedstawiony na ryc. 13. Składa się on z kątomierza, na którego cięciwie (a b) widzimy w środku umieszczony metalowy pręt (c d), dający się obracać, jak wskazówka zegara. Między ruchomy pręt i linijkę, a b, kątomierza wkłada się kryształ w taki sposób, aby obie ściany, które zamykają dany kąt, ściśle przylegały i do ruchomego pręta i do linijki a b,



Ryc. 13.

Goniometr.

krawędź zaś, utworzona przez te ściany, ma stać prostopadle do płaszczyzny kątomierza. Kąt, który ruchomy pręt wskazuje wtedy na półkolu, jest szukany kątem dwuściennym. W kryształcie siarki kąt, zawarty między ścianami M i N, wynosi przeszło 143°, między M i P około 106½°, a między ścianami M i R prawie 95°.

13. W opisanym kryształcie siarki, kształtu piramidy rombowej, każda ściana przecina się z wszystkimi trzema osiami w ten sposób, że stosunek parametrów dla tej postaci przedstawia się ogólnie $a : b : c$, wyrażony zaś cyframi i skrócony przez wyraz środkowy $(\frac{a}{b} : 1 : \frac{c}{b})$ 0·8138 : 1 : 1·9076.

Każdą postać krystalograficzną, która okazuje tę własność, że jej ściany przecinają się z wszystkimi trzema osiami, zalicza się do typu *piramid*.

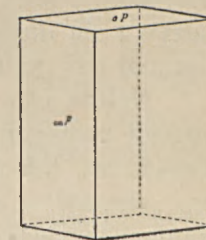
Ustawmy naszą piramidę, którą będziemy krótko oznaczali literą P (od słowa piramida) normalnie, t. j. tak, aby jedna oś była pionowa — nazywamy ją *osią główną*, dwie inne zaś poziome — są

¹⁾ parametró (gr.), mierzyć, porównywać. ²⁾ gonía (gr.), kąt; métron (gr.), przyrząd do mierzenia.

to t. zw. osi boczne. Z tych ostatnich osią Y, do nas równoległą czyli poprzeczną, powinna być zawsze w takim razie oś boczna z parametrem dłuższym, osią X, t. j. podłużną, ta, na której parametr jest krótszy.

Jeżeli teraz wyobrazimy sobie, że parametr odmierzony na osi Z powiększa się ustawicznie, to oczywiście piramida staje się coraz ostrzejsza, a kąt dwuścienny przy krawędziach środkowych zbliża się coraz bardziej do 180°. Gdyby parametr ten wreszcie stał się nieskończenie wielki, to każda ściana górna naszej piramidy wpadłaby w odpowiednią ścianę dolną i powstałaby postać czworościenna, ograniczająca przestrzeń graniastostupową, ale od góry i od dołu otwarta (ryc. 14.). Stosunek parametrów dla niej byłby $a : b : \infty c$. Żadna ściana jej nie przecina się z osią Z, a postaci tego rodzaju nazywają się w krystalografii *stupami pionowymi*. Oznacza się je przez ∞P .

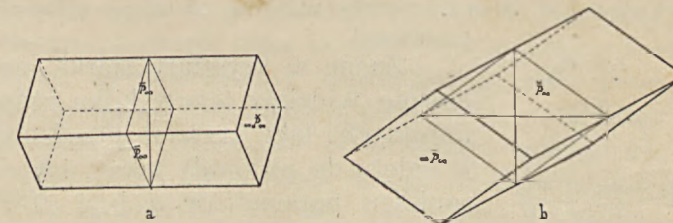
Ryc. 14.



Jest jednak rzeczą zrozumiałą, że w naszej piramidzie, gdzie wszystkie trzy osi są różne, może w ten sposób rosnać oddzielnie parametr, odmierzony na którejkolwiek z dwóch osi pozostałych. Oczywiście zatem możemy z piramidy rombowej wyprowadzić jeszcze dwa słupy leżące czyli *daszki*, z których jeden będzie równoległy do osi Y (por. ryc. 15. a), ze stosunkiem parametrów $a : \infty b : c$ — jest to leżący słup czyli *daszek poprzeczny*, — drugi leży równoległe do osi X (por. ryc. 15. b) i posiada stosunek parametrów $\infty a : b : c$, a nazywa się leżącym słupem czyli *daszkiem podłużnym*. Znakiem dla pierwszego $P\infty$, dla drugiego ∞P .

Gdybyśmy teraz w piramidzie naszej parametr, odmierzony na osi Z, zmniejszali, albo, co na jedno wyjdzie, parametry na osiach bocznych powiększali, to z chwilą, kiedy pierwszy z nich zmalałby do zera — przy czem pozostałe parametry stają się nieskończenie wielkimi, —

Ryc. 15.



wszystkie cztery ściany górne i wszystkie cztery dolne wpadłyby w siebie i powstałaby jedna płaszczyzna. Jest ona równoległa do osi X i do osi Y, a z osią Z może się przecinać w dowolnej odległości, n. p. w odległości c, a więc stosunek parametrów wyrazimy dla niej przez $\infty a : \infty b : c$. Postać ta nazywa się *dwuścianem podstawowym*, oP (por. ryc. 14.).

Przez redukcję do zera w naszej piramidzie parametru, odmierzonego na jednej z osi poziomych, przyczem wzrastają do nieskończoności parametry na osiach pozostałych, otrzymujemy dwa inne dwuściany (stojące), jeden równoległy do osi Z i X, drugi do osi Z i Y. Ponieważ każdy z nich przecina się także tylko z jedną osią, mianowicie z jedną z osi bocznych, i to w dowolnej odległości, n. p. a lub b, więc stosunek parametrów dla tych dwuścianów jest $\infty a : b : \infty c$ i $a : \infty b : \infty c$, a znak $\infty P \infty$ i $\infty P \infty$ (por. ryc. 15. a, b). Pierwszy z nich, równoległy do osi Z i do bocznej osi podłużnej X, nazywa się *dwuścianem podłużnym*; drugi, równoległy do osi Z i do bocznej osi poprzecznej Y, nosi nazwę *dwuścianu poprzecznego*.

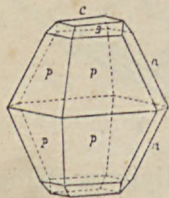
Należą one razem z dwuścianem podstawowym do jednego typu postaci, zwanych „dwuścianami“, o ścianach równoległych zawsze do dwóch osi, tak jak oba słupy leżące, wraz z pionowym, przedstawiają typ „słupów“ o ścianach równoległych tylko do jednej osi, a przecinających się z dwiema pozostałymi; trzeci typ — to „piramidy“.

14. Wszystkie ściany, znane na najrozmaitszych kryształach, należą zawsze do któregoś z wyżej wymienionych trzech typów krystalograficznych. Rozróżnia się zatem w krystalografii następujące postaci:

- I. P i r a m i d y ze znakiem P;
- II. s ł u p y, mianowicie
 - a) s ł u p y p i o n o w e ze znakiem ∞P
 - b) d a s z k i ze znakiem $P \infty$ (n. p. $P \infty$ i $\check{P} \infty$);
- III. d w u ś c i a n y, mianowicie
 - a) d w u ś c i a n y p o d s t a w o w e ze znakiem oP i
 - b) d w u ś c i a n y p o d l u ż n e i p o p r z e c z n e ze znakiem $\infty P \infty$ (n. p. $\infty P \infty$ i $\check{P} \infty$).

Jest rzeczą zrozumiałą, że słup, czyto pionowy, czy poziomy czyli daszek, jako postać otwarta nie może sam jeden tworzyć kryształu, to też jest zawsze zamknięty ścianami jakiejś innej postaci, n. p. na ryc. 14. dwuścianem podstawowym. Tak samo dwuściany znajdują się zawsze tylko w połączeniu z innymi postaciami.

Ryc. 16.



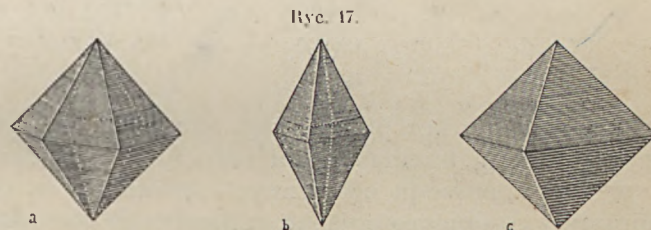
Znane są kryształy siarki, na których równocześnie widzimy ściany kilku różnych postaci wyżej opisanych; taki kryształ przedstawia ryc. 16. Ściany P należą do piramidy takiej, jak na ryc. 10., ze stosunkiem parametrów $a : b : c$ (0.8138 : 1 : 1.9076); litera s oznacza drugą piramidę, tępszą w kierunku osi głównej Z, ze stosunkiem parametrów $3a : 3b : c$, albo (po skróceniu przez 3) — $a : b : \frac{1}{3}c$; ściany n tworzą daszek podłużny — stosunek parametrów dla niego $\infty a : b : c$ — a wreszcie ściany c należą do dwuścianu podstawowego, dla którego stosunek parametrów jest $\infty a : \infty b : c$.

Układy krystalograficzne.

15. Wszelkie postaci krystalograficzne, jakie znajdujemy na kryształach najrozmaitszych minerałów, należą albo do typu piramid ze znakiem P, albo do typu słupów (∞P i $P \infty$) lub dwuścianów (oP i $\infty P \infty$), według tego, czy ściany ich przecinają się z wszystkimi trzema osiami, czy też z dwiema lub tylko z jedną, a do pozostałych są równoległe.

Jeżeli jednak przypatrzymy się na różnych kryształach rozmaitym postaciom tego samego typu, n. p. rozmaitym piramidom (trzy odmienne piramidy przedstawia ryc. 17.), to przekonamy się, że mogą między kryształami tego rodzaju zachodzić takie różnice, które nie są następstwem wyłącznie innego stosunku parametrów (jak między rombami piramidami na ryc. 12. lub 16.), lecz mają przyczynę daleko bardziej zasadniczą.

Podczas gdy jedna z piramid na ryc. 17. jest już znaną nam piramidą siarki o przekroju rombowym, z trzema płaszczyznami symetrii prostopadłymi do siebie i różnoznaczniemi (ryc. 17b, por. § 9.), to druga z nich (ryc. 17a) ma przekrój, poprowadzony przez naroża środkowe, kształtu

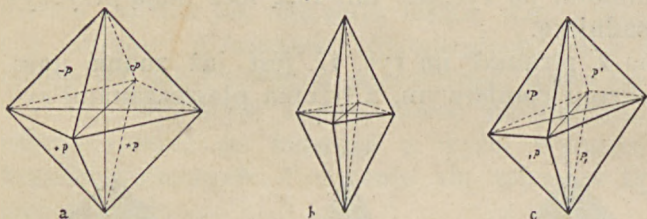


umiarowego sześcioboku, a płaszczyzn symetrii aż siedm (jedna płaszczyzna przechodzi przez wszystkie naroża środkowe, trzy stanowią inny rodzaj płaszczyzn symetrii, łącząc oba naroża wierzchołkowe i po dwa środkowe, wreszcie pozostałe, między sobą tak samo równoznaczne, połowią środkowe krawędzie); trzecia, t. zw. ośmiościan (ryc. 17. c), ze znakiem wyjątkowo O (oktaeder), a nie P, odznacza się szczególnie symetryczną postacią i ma aż dziewięć płaszczyzn symetrii (z których trzy, równoznaczne, odpowiadają położeniem płaszczyznom symetrii w ostrosłupie siarki, a sześć innych, tak samo równoznacznych, przechodząc przez dwa przeciwległe naroża, równocześnie połowią krawędzie). Oczywiście układ osi krystalograficznych przyjmuje się dla tych postaci taki, aby odpowiadał stosunkom symetrii, które są im właściwe. W piramidzie rombowej, na ryc. 17. b, wszystkie trzy osi stoją do siebie prostopadłe i są różne (por. § 11.). Postać na ryc. 17. a ma wyjątkowo aż cztery osi, łączące po dwa przeciwległe naroża; z tych osi boczne, t. j. poziome, są sobie równe, czwarta zaś, główna i do nich prostopadła, jest odmienna.

Wreszcie w ośmiościanie osi są położone, jak w piramidzie siarki, i tak samo prostopadłe, przytem wszystkie trzy są równe sobie — jest to więc piramida „równoosiowa“.

Znamy jednak prócz tego piramidy, które mają pięć płaszczyzn symetrii, n. p. piramida na ryc. 18. *b*; jedna z tych płaszczyzn przecina wszystkie naroża środkowe, dwie inne, równoznaczne między sobą, łączą oba naroża wierzchołkowe i po dwa środkowe, pozostałe zaś stanowią dla tej postaci trzeci gatunek płaszczyzn symetrii, przechodząc przez oba naroża wierzchołkowe i połowiąc środkowe krawędzie, z przekrojem przez naroża środkowe kwadratowym i z trzema osiami prostopadłymi, z których dwie boczne są sobie równe. Istnieją także piramidy, które posiadają tylko jedną płaszczyznę symetrii i wszyscy

Ryc. 18.



trzy osi różne — z tych zaś dwie, leżące w płaszczyźni symetrii, przecinają się skośnie, jak w piramidzie *r* na ryc. 18. *a*, a wreszcie mamy kry-

ształy zupełnie bez płaszczyzny symetrii, jak piramida na ryc. 18. z wszystkimi trzema osiami różnymi i skośnymi.

16. Z powodu odmiennych stosunków symetrii, jakie okazują piramidy co dopiero opisane, zaliczamy je do rozmaitych klas krystalograficznych. Klas takich krystalografia rozróżnia 32 i rozdziela je na podstawie systemów osi, jakie dla nich przyjmujemy, na 6 układów, których przedstawicielami będą dla nas właśnie postaci na ryc. 17. i 18.

I. Układ *trójskośny* z 3 osiami nierównymi, przecinającymi się z sobą skośnie, okazuje najprostsze stosunki symetrii; należąca tu piramida *c* na ryc. 18. nie posiada, jak wiemy, żadnej płaszczyzny symetrii, a właściwa jej pewna symetryczność objawia się tylko tem, że każda ściana ma drugą do siebie równoległą.

II. Układ *jednoskośny* z 3 osiami nierównymi, z których dwie przecinają się ukośnie, trzecia jest do nich prostopadła, odznacza się już nieco wyższą symetrią; postać *a* na ryc. 18. posiada jedną płaszczyznę symetrii, w której przecinają się obie osi skośne X i Z.

III. Układ *rombowy* z 3 osiami nierównymi, które są do siebie prostopadłe, obejmuje między innymi postaci takie, jak rombowe kryształy siarki z 3 płaszczyznami symetrii, stojącymi na sobie prostopadłe i różnoznacznymi.

IV. Układ *kwadratowy* z 3 osiami, z których dwie boczne równe sobie, a wszystkie trzy do siebie prostopadłe, odznacza się dla

postaci, odpowiadających piramidzie *b* na ryc. 18., aż 5 trójkami płaszczyznami symetrii (2 równoznaczne + 2 równoznaczne + 1).

V. Układ *heksagonalny* obejmuje postaci, dla których przyjmujemy 4 osi (3 poziome pod kątem 60°, czwarta do nich prostopadła); należy tu obok innych piramida sześcioboczna ryc. 17. *a*, z 7 trójkami płaszczyznami symetrii (3 równoznaczne + 3 równoznaczne + 1).

VI. Układ *równoosiowy* z 3 osiami równymi sobie i do siebie prostopadłymi ma przedstawiciela w ośmiościanie, który z postaciami pokrewnymi (z tej samej klasy) stoi co do symetrii najwyżej pośród wszystkich 32 klas krystalograficznych, gdyż posiada aż 9 dwojakich płaszczyzn symetrii (3 równoznaczne + 6 równoznacznych).

W każdym z tych układów rozróżnia się postaci typu piramid, słupów i dwuścianów.

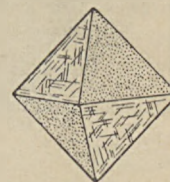
Zasada ich krótkiego oznaczania zapomocą symbolów takich, jak oP , ∞P , $\infty P\infty$ i t. d., polega na tem, że cyfry (wliczając w nie zero, o , i znak nieskończoności, ∞), które odnoszą się do osi głównej, pisze się przed P , te zaś, które dotyczą osi bocznych, po P ; odróżnia się przytem boczną oś poprzeczną i podłużną zapomocą osobnych znaków, pisanych nad P (n. p. w układzie rombowym $\infty P\infty$, $\infty P\infty$ i t. p.). W układzie równoosiowym używa się, jak wiemy (str. 15.) na piramidę pierwotną znaku nie P , ale O , oznaczając analogicznie i inne postaci tego układu ($\infty O\infty$, sześciian, i t. p.),

O kryształach sfalerytu i postaciach półściennych.

17. Minerale, zwany sfalerytem albo blendą, ważny kruszec cynku, krystalizuje się nieraz w ośmiościanach, których ściany są na przemian gładkie i połyskujące, lub matowe (por. ryc. 19.). W normalnym kryształe postaci ośmiościanu (ryc. 17. *c*) wszystkie ściany są sobie równe, więc powinny być jednakowe i ze względu na swoje własności fizyczne. Dlatego należy przyjąć, że w skład wspomnianego kryształu blendy wchodzi właściwie dwie postaci.

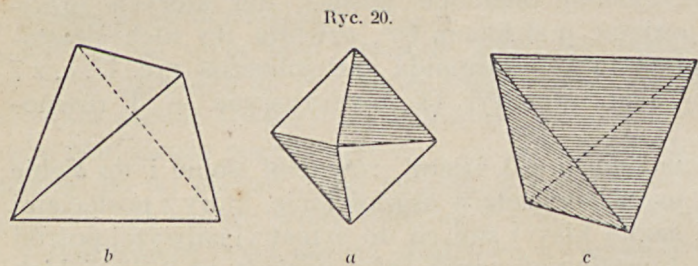
Otrzymamy je oddzielnie, jeżeli w opisanym kryształe sfalerytu lub w ośmiościanie na ryc. 20. *a* przedłużymy aż do wzajemnego przecięcia się naprzód same ściany gładkie, a potem matowe, z niemi naprzemianległe. Powstaną w takim razie dwie postaci (por. ryc. 20. *b* i *c*), zwane „czworościanami“. Każdy z nich jest ograniczony płaszczyznami czterema, a różnią się między sobą przedewszystkiem położeniem ścian w przestrzeni; osi leżą w nich, jak w ośmiościanie, po-

Ryc. 19.



Kryształ blendy.

łowiąc środki przeciwległych krawędzi. Jeden nazywa się dodatnim, drugi ujemnym; znak dla nich $+\frac{a}{2}$ i $-\frac{a}{2}$. Czworosciany dają się dzielić tylko w 6 kierunkach na połowy symetryczne, a więc w obrębie układu równoosowego przedstawiają, obok ośmiościanu i



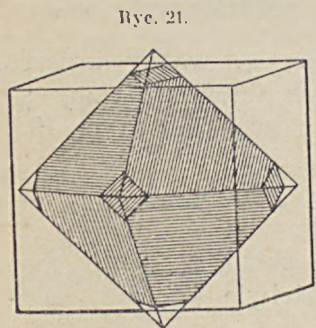
postaci pokrewnych z 9 płaszczyznami symetrii, klasę odrębną t. zw. „postaci półściennych“ tylko z 6 płaszczyznami. Piramidy, omówione w § 15., są przedstawicielami „klas (postaci) całościennych“, każda dla innego z sześciu układów krystalograficznych.

Postaci złożone i ich określanie.

18. Widzieliśmy już na siarce (ryc. 16.), że w przyrodzie można spotkać nieraz takie kryształy, na których znajdują się ściany kilku rozmaitych postaci; tak samo kryształ blendy na ryc. 19. składa się z dwóch czworoscianów, których ściany różnią się jednak w tym wypadku tylko swojemi własnościami fizycznymi, a nie kształtem lub wielkością. Wszystkie kryształy tego rodzaju, na których istnieją ściany

rozmaitych postaci, nazywają się *kombinacjami* albo *postaciami złożonemi*.

W skład kombinacji zawsze mogą wchodzić postaci tylko o tym samym rodzaju symetrii (*prawo zachowania symetrii*) i z położeniem osi zawsze równoległym. Zazwyczaj jedna z postaci przeważa w takim razie, a inne tępią lub ścinają jej krawędzie lub naroża. W jaki sposób sześcian ścina naroża ośmiościanu, pokazuje ryc. 21. Kryształ, który jest właśnie kombinacją ośmiościanu z sześcianem, widzimy na ryc. 22. a.

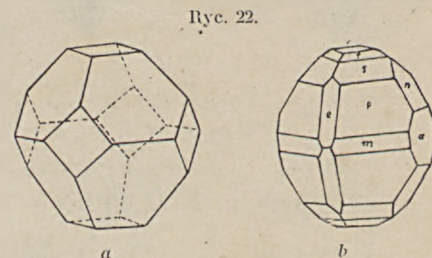


Oznacza się kombinacje, wypisując znaki dla oddzielnych postaci i kładąc między nimi kropki, n. p. P . P_∞ . oP.

Ryc. 22. b przedstawia kryształ siarki, podobny do znajdującego się na ryc. 16., ale posiadający jeszcze więcej rozmaitych ścianek. Z tych ściana p należy do piramidy ze stosunkiem parametrów a : b : c (0.8138 : 1 : 1.9076). Ściany s i t są ścianami piramid tępszych, ze stosunkiem parametrów dla pierwszej 3a : 3b : c, po uproszczeniu zaś przez 3 — a : b : 1/3c, dla drugiej 5a : 5b : c, czyli po uproszczeniu — a : b : 1/5c; m oznacza ściany słupa pionowego (a : b : ∞c), litery e i n

odnoszą się do dwu daszków (stos. parametrów dla pierwszego a : ∞b : c, dla drugiego ∞a : b : c); r wskazuje dwuścian podstawowy (∞a : ∞b : c), lit. a — dwuścian podłużny (∞a : b : ∞c).

Stwierdzono przytem na kombinacjach to zasadnicze prawo, że stosunek parametrów dla różnych ścian takiego kryształu daje się zawsze wyrazić w porównaniu z odpowiednimi parametrami jednej z nich przy pomocy spółczynników wymiernych i bardzo prostych (∞, 2, 4, 1/3, 1/5 i t. p.); spółczynniki niewymierne (n. p. √2) są wogóle niemożliwe w stosunku parametrów, określającym jakąś postać krystalograficzną (*prawo wymierności spółczynników*¹⁾). Ściany z parametrami o spółczynnikach 1, lub ∞ nazywamy „pierwotnemi“. Pierwotna czyli „zasadnicza“ piramida (a : b : c) ma wszystkie spółczynniki = 1, a jej ściany noszą dlatego nazwę „jednostkowych“; stosunek parametrów piramidy zasadniczej, wyrażony liczbami szczególnymi, nazywa się „stosunkiem osiowym“ i jest, jak już wiemy (§ 11., str. 12.), charakterystyczny dla poszczególnych ciał.



Widzieliśmy (§ 13., str. 12.), że dla siarki wynosi 0.8138 : 1 : 1.9076. Na naszym kryształe tego mineralu, ryc. 22. b, znaleźliśmy ściany następujące: p, piramida, którą obieramy jako zasadniczą, z stosunkiem a : b : c (P); dwie dalsze piramidy, s i t, z stosunkiem a : b : 1/3c (1/3P) i a : b : 1/5c (1/5P); słup pionowy, m, — a : b : ∞c (∞P) — dalej daszek poprzeczny, e, i podłużny, n, z stosunkiem a : ∞b : c (P∞) i ∞a : b : c (P∞); wreszcie dwa dwuściany — podstawowy, c, ∞a : ∞b : c (oP), i podłużny, a, z stosunkiem parametrów ∞a : b : ∞c (∞P∞). Widzimy zatem, że prawo parametryczne stwierdza się na tym kryształe w zupełności.

Prawo to jest wyrazem właściwej kryształom spółmierności parametrów, odejtych na równych osiach, a zrozumiemy przyczynę tego, jeżeli weźmiemy na uwagę sposób wzrastania kryształów (§ 6., str. 7.), który polega na tem, że cząsteczki układają się w kierunkach równych w tem samym oddaleniu. Parametry wszystkich ścian są zatem na tej samej osi względnie na osiach równych zawsze jakąś wielokrotnością tego samego oddalenia między cząsteczkami kryształu i dlatego muszą mieć wspólną miarę. Nie tyczy się to parametrów na osiach różnych, to też poszczególne wyrazy stosunku osiowego kryształu siarki (a : b : c) oczywiście nie są spółmierne.

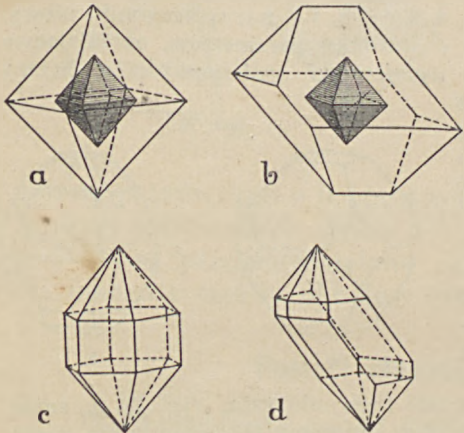
O kryształach niedokładnie wykształconych.

19. Między kryształami w rozmaity sposób niedokładnie wykształconymi, n. p. o ścianach niegładkich lub zbyt drobnych i t. p., spotykamy szczególnie często takie postaci, których nieprawidłowość polega na nierównem oddaleniu równoznacznych ścian kryształu od jego środka.

¹⁾ Prawo wymierności spółczynników i zachowania symetrii odkrył opat René Just Haüy (czyt: ajü), profesor mineralogii w Paryżu (1743—1822). Jest on twórcą dzisiejszej krystalografii umiejętnej.

Postaci takie tworzą się w ten sposób, że kryształ rośnie w pewnym kierunku silniej, niż w innych; skutkiem tego wydłuża się w danym kierunku, niektóre jego ściany zmieniają zupełnie swój kształt pierwotny, a cała postać staje się nieraz zupełnie niepodobna do kryształu dokładnie wykształconego. Widzimy to bardzo często na sztucznych ośmiościanach ałunu (por. ryc. 23. *b*) lub na kryształach kwarcu, zwanych dyamentami marmaroskimi (ryc. 23. *d*).

Ryc. 23.



Jest jednak podstawową właściwością kryształów, że, zmieniając w ten sposób postać swoją czasem nie do poznania, zawsze zachowują to nachylenie ścian, jakie posiadałyby kryształy normalnie wykształcone. Widzimy to bardzo wyraźnie właśnie na ryc. 23. Wynika zaś z tego, że jest cechą charakterystyczną dla kryształów wogóle nie ich postać i kształt ścian, ale nachylenie

tych ostatnich, które dla danej postaci i danego minerału jest zawsze stałe (*prawo stałości kątów*).

Doświadczenia i zadania.

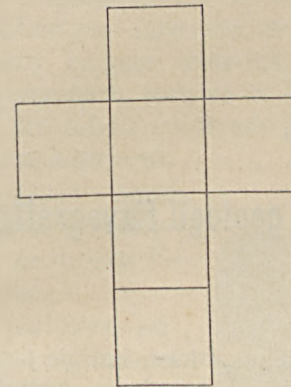
1) Dla każdego kryształu można nakreślić t. zw. *siatkę*, która, po odpowiednim złożeniu wszystkich ścian, tworzy model kryształu. Siatkę (n. p. piramidy rombowej siarki — ryc. 10. i 26.) rysujemy starannie na niezbyt grubej tekturze, wycinamy ją ostrym seczorykiem wzdłuż linii granicznych, poczem w krawędziach, gdzie na rysunku schodzą się po dwie ściany, nacinamy tekturę, mniej więcej do połowy grubości, i zginamy ją w tych miejscach. Następnie ściany łączy się z sobą tak, aby zamknęły zupełnie przestrzeń, przyczem spaja się je lakiem od wewnątrz wzdłuż krawędzi, lub z zewnątrz tylko na narożach. W tym ostatnim wypadku trzeba jeszcze ściany spoić jakimś klejem na zewnątrz; skoro on zaschnie, usuwa się lak z naroży. Aby model był trwały i dobrze wyglądał, oblepia się brzegi kolorowym papierem, poczem wycina się z papieru białego figury tego kształtu, jak ściany modelu, ale nieco mniejsze, i nakleja się je ostrożnie. Krawędzie, tworząc w takim razie równe i wąskie paski kolorowe, przyczyniają się do uwydatnienia kształtów modelu.

2) Sporządź modele według siatek na ryc. 24., 25., 26. i 27.

3) Wykreśl *siatkę* kryształu kwarcu, takiego jak na ryc. 23. *c*, zmierzysz wspanierw potrzebne kąty.

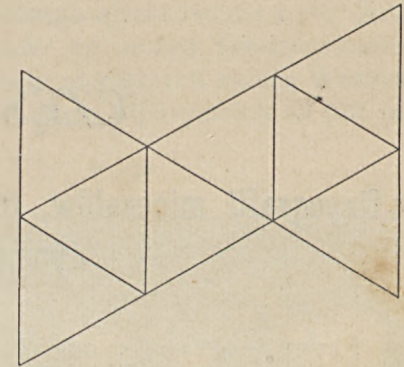
4) Zmierz *goniometrem* na kryształach kwarcu nachylenie ścian piramidy do przecinających się z nimi ścian słupa i nachylenie wzajemne dwóch sąsiednich, górnych lub dolnych ścian piramidalnych.

Ryc. 21.



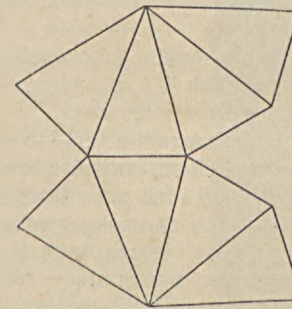
Széścian ($\infty 000$).

Ryc. 25.



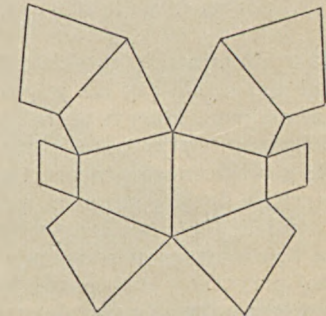
Ośmiościan (O).

Ryc. 26.



Piramida rombowa (P).

Ryc. 27.



Piramida rombowa i dwuścian podstawowy (P. oP).

5) Porównaj niedobrze wykształcony ośmiościan ałunu z modelem tej postaci. Zmierz *goniometrem* nachylenie odpowiednich ścian na kryształach i na modelu.

CZEŚĆ II.

Zarys fizyografii minerałów, tudzież geologii fizyograficznej i dynamicznej.

20. Fizyografia¹⁾ minerałów przedewszystkiem opisuje je i grupuje według pewnych zasad, zajmuje się sposobem ich powstania, warunkami, wśród których znajdujemy dane minerały, i przemianami, którym one w przyrodzie ulegają. Złożenie i budowa skorupy ziemskiej są przedmiotem fizyograficznej geologii, podczas gdy geologia dynamiczna²⁾ rozpatruje przemiany, którym ulega ta skorupa, i bada siły, które wywołują te zmiany i przeobrażenia.

Ponieważ minerały są składnikami skorupy ziemi, czyto jako części składowe skał złożonych, czy też w postaci skał jednorodnych i t. p., więc związek ich z przemianami, którym ulega owa skorupa, jest wprost oczywisty.

Powstania w przyrodzie złoży soli kamiennej nie zrozumie ten, kto nie zna dokładnie geologicznego procesu tworzenia się osadów chemicznych z wody jezior słonych; z drugiej strony n. p. proces wietrzenia skał i ich przeobrażenia się nigdy nie będzie dokładnie rozumiał w swej istocie — jako zjawisko geologiczne, jeżeli nie będziemy znali własności tych minerałów, które tworzą daną skałę.

Z tej przyczyny znajdziemy poniżej opis minerałów, postępujący równolegle z rozpatrywaniem najważniejszych zjawisk z zakresu geologii fizyograficznej i dynamicznej. A ponieważ pierwotne składniki skorupy ziemskiej — to przedewszystkiem t. zw. skały wybuchowe, więc też i nasz przegląd rozpoczynamy od tych skał i od minerałów, które je tworzą, a w pierwszym rzędzie od poznania zjawisk wulkanicznych, z którymi występowanie skał wybuchowych pozostaje często w ścisłym związku.

O wulkanach i zjawiskach wulkanicznych.

21. Takie skały wybuchowe, które w postaci masy ognisto-ciekłej dobywają się z głębi ziemi i następnie rozlewają się na jej powierzchni, ogólnie nazywamy *lawami*; miejsca, gdzie lawy wypływają od czasu do czasu na powierzchnię ziemi, przedstawiają zazwyczaj t. zw. *wulkany* (jeżeli na dnie morza — podmorskie).

¹⁾ physis (gr.), natura, własności; grapho (gr.), piszę. ²⁾ dynamis (gr.), siła.

Najczęściej są to wzniesienia postaci stożkowej, a bardzo rozmaitej wysokości (por. ryc. 28. i 29.). I tak Chimborasso w południowo-amerykańskich Andach wznosi się 6.310 m, Etna 3.313 m, podczas gdy wulkan Monte Nuovo na polach Flegrejskich koło Neapolu posiada wszystkiego 139 m wysokości. Lawa wypływa z nich „kanałem wybuchowym“ (por. ryc. 29. i 31.), którego ujście tworzy t. zw. „krater“. Wulkany czynne widzimy w Europie na morzu Śródziemnym i na jego wyrzeżach, tudzież w Islandyi; do pierwszych należą Wezuwiusz, Etna, Stromboli i Volcano (w grupie wysp Liparyjskich na płn. od Sycylii), tudzież wulkany grupy wysp Santoryn w Cykladach na morzu Egejskim.

Ryc. 28.



Widok grupy wygastych wulkanów na wyżynie Auvergne (w środkowej Francji).

Wulkany powstają najczęściej tam, gdzie w skorupie ziemskiej wytworzyły się pęknięcia, skutkiem ruchów, którym ulega litosfera (por. § 2.). Szczelinami tego rodzaju dobywają się także rozmaite gazy. To też w okolicach wulkanicznych spolykamy t. zw. *solfatary*, wydzielające gazy siarkowe (SO_2 , H_2S i t. p.), tudzież *mofetty*, które

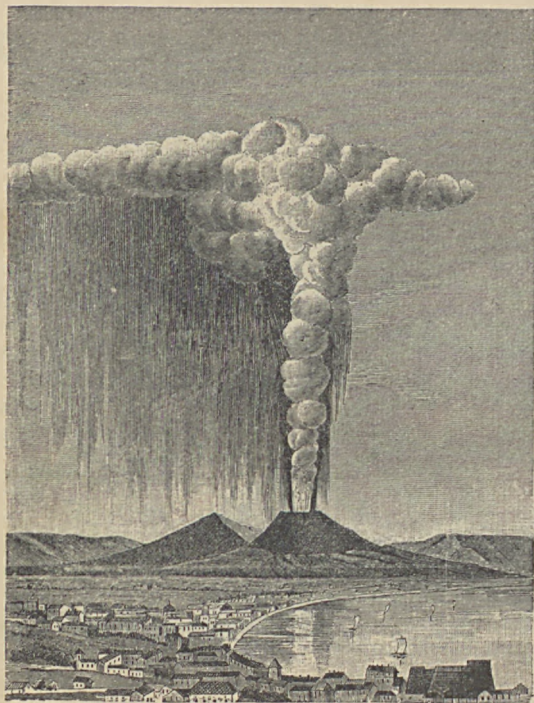
uchodzi kwas węglowy (właściwie jego bezwodnik, CO_2), n. p. słynna psia Grota pod Neapolem, i wogóle t. zw. *fumarole*, t. j. miejsca, gdzie rozmaite gazy, para wodna i t. d. dobywają się w znacznej ilości. *Gorące źródła* również pozostają w związku często ze zjawiskami wulkanicznymi.

W wielu miejscach na kuli ziemskiej znajdują się t. zw. *wulkany wygaste* (we Francji środkowej na wyżynie Auvergne, w Niemczech na wyżynie Eifelskiej nad Renem i t. d.), które, jak daleko sięga w przeszłość pamięć ludzka, nigdy nie były czynnymi (ryc. 28.).

Co się tyczy *geograficznego rozmieszczenia wulkanów*, łatwo się przekonać, że najczęściej ciągną się szeregami wzdłuż wybrzeży kon-

tywentów, na stałym lądzie lub na wyspach. Widzimy je w znacznej ilości na zachodnim brzegu Ameryki, zwłaszcza środkowej i południowej, dalej na Aleutach, Kamczatce, Kurylach, w Japonii i na Filipinach, a więc wzdłuż całych wschodnich wybrzeży Azji. Wyspy Sumatra, Jawa i inne w archipelagu Sundajskim, Antylle i t. d. posiadają także całe szeregi czynnych wulkanów. Brzegi mórz i oceanów biegną bowiem bardzo często wzdłuż rozległych pęknięć i szczelin, które spowodowały zapadanie się znacznych płytów skorupy ziemskiej, tworząc w ten sposób baseny morskie. I tak n. p. morze Egejskie powstało stosunkowo bardzo niedawno skutkiem zapadnięcia się lądu stałego, łączącego dzisiejszy półwysep Bałkański z Małą Azją; szczeliny, które powstały wtedy, dały początek wulkanom w grupie wysp Santoryn, należącej do południowych Cykladów. Podobnie świeżej daty jest morze Tyreńskie, a Wezuwiusz i inne wulkany w okolicy Neapolu (Pola Flegrejskie), wulkany liparyjskie i Etna wskazują jakby na świeże jeszcze i niezarośnięte blizny w tej części skorupy ziemskiej.

Ryc. 29.



Wybuch Wezuwiusza.

podziemnym łoskotem i nieraz nagle znikaniem wody w okolicznych studniach tudzież źródłach. Towarzyszy temu drżenie gruntu, które potęguje się zwolna i staje się nieraz groźnym dla najbliższej okolicy trzęsieniem ziemi (*trzęsienia ziemi wulkaniczne*). Równocześnie kanałem wybuchowym podnosi się zwolna lava, pędzona prężnością gazów zawartych w niej, ciśnieniem pokładów skorupy ziemskiej i t. p. Posiada ona temperaturę w chwili wybuchu 1000–2000° C. Gazy, które lava zawiera w bardzo znacznej ilości, ciągle eksplodują w głębi wybuchowego kanału, torując w ten sposób drogę dla dobiegającej się z głębi roztopionej masy wybuchowej. Wybuchy ga-

zów nie tylko kruszą wszelkie zapory, lecz powodują także rozbryzgiwanie się samej lawy na drobne części, które, z ogromną siłą wyrzucone w powietrze, tworzą bomby, piasek i popiół wulkaniczny. Czasem towarzyszy wybuchowi wulkanu tak znaczna ilość popiołów i, wyrzucone w powietrze, dostają się one na taką odległość, że mogą zasypać całe osady i miasta (Pompei i Herculaneum w r. 79.). Pył wulkaniczny wraz z parą wodną tworzą nad wulkanem podczas wybuchu jakby słup olbrzymi, który nazywają w okolicy Wezuwiusza pinia, gdyż, rozkładając się u szczytu, przypomina kształtem swoim gatunek sosny tej nazwy, pospolity we Włoszech. Z chmury tej wypadają pioruny, a ulewne deszcze, które powstają skutkiem skroplenia się pary wodnej i porywają z powietrza mnóstwo popiołu wulkanicznego, dają początek nieraz całym potokom wulkanicznego błota i szlamu (por. ryc. 30.). Wreszcie pod naporem mas wybuchowych przychodzi zwykle do rozdarcia ścian wulkanu i jedną lub kilku szczelinami zaczynają wypływać całe strumienie lawy, długości czasem kilkunastu albo i więcej kilometrów.

22. Wybuch wulkanu zapowiada się silniejszym dobywaniem się z krateru gazów rozmaitych, głuchym

zów nie tylko kruszą wszelkie zapory, lecz powodują także rozbryzgiwanie się samej lawy na drobne części, które, z ogromną siłą wyrzucone w powietrze, tworzą bomby, piasek i popiół wulkaniczny. Czasem towarzyszy wybuchowi wulkanu tak znaczna ilość popiołów i, wyrzucone w powietrze, dostają się one na taką odległość, że mogą zasypać całe osady i miasta (Pompei i Herculaneum w r. 79.). Pył wulkaniczny wraz z parą wodną tworzą nad wulkanem podczas wybuchu jakby słup olbrzymi, który nazywają w okolicy Wezuwiusza pinia, gdyż, rozkładając się u szczytu, przypomina kształtem swoim gatunek sosny tej nazwy, pospolity we Włoszech. Z chmury tej wypadają pioruny, a ulewne deszcze, które powstają skutkiem skroplenia się pary wodnej i porywają z powietrza mnóstwo popiołu wulkanicznego, dają początek nieraz całym potokom wulkanicznego błota i szlamu (por. ryc. 30.). Wreszcie pod naporem mas wybuchowych przychodzi zwykle do rozdarcia ścian wulkanu i jedną lub kilku szczelinami zaczynają wypływać całe strumienie lawy, długości czasem kilkunastu albo i więcej kilometrów.

Nauka zapisała liczne wybuchy rozmaitych wulkanów, które stały się prawdziwymi katastrofami dla człowieka. Takim był wybuch Wezuwiusza w r. 79., który między innymi zasypał popiołem wulkanicznym dwa duże i piękne miasta, Pompei i Herculaneum, przyprawiając o śmierć wiele ludzi. Bez porównania więcej ofiar ludzkich spowodował wybuch wulkanu Gunung Gelungung na Jawie w r. 1822. Wyrzucił on tak wiele popiołu, wody gorącej i szlamu wulkanicznego, że całą ludną i żyzną okolicę z licznymi osadami i mieszkańcami pokrył warstwą mułu grubą 10–15 m. Wybuch wulkanu Krakatau w cieśninie sundajskiej w r. 1883. był rodzajem naglej i gwałtownej eksplozji, która wysadziła w powietrze większą część sporej wysepki. Gwałtowny huk, który temu towarzyszył, było słyhać dokoła w promieniu 3.400 km, a olbrzymie fale morza, wywołane wybuchem, wysokości około 30 m, zalały okolice przybrzeżne sąsiednich wysp, niszcząc wszystko doszczętnie; zginęło wtedy około 40.000 ludzi. Popiół wulkaniczny, wyrzucony w górę do wysokości 40 km, pokrył 20.000 mil kwadrat. powierzchni, a unosząc się jeszcze przez wiele miesięcy po wybuchu w bardzo znacznej wysokości, wywołał w Azji, Afryce i Europie niezwykle zorze, towarzyszące zachodom słońca. Wybuch wulkanu Mont Pelée na Martynice w r. 1902. zniszczył całe miasto St. Pierre, wraz z ludnością trzydziestotysięczną prawie w mgnieniu oka, zabijając wszystko i paląc olbrzymią masą gazów trujących, o bardzo wysokiej temperaturze.

23. Z wyrzuconych w ten sposób popiołów i z lawy sam wulkan buduje sobie stożkową górę, z kraterem na szczycie (por. ryc. 31.). Góry tego rodzaju są to „wulkany tufowe” (typ Wezuwiusza; tuf jest to skała powstająca z popiołów wulkanicznych). Czasem jednak rzadka lava, pozbawiona gazów, nie rozpyla się w popiół

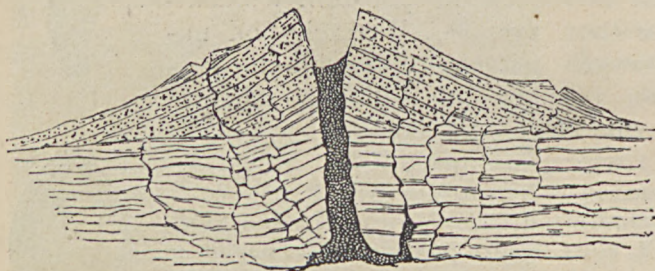
Ryc. 30.



Bomba wulkaniczna, widziana z dwóch stron, która, wyrzucona w powietrze jeszcze w stanie półciekłym, uległa wyraźnemu wyciągnięciu i skręceniu.

wulkaniczny, a będąc bardzo ciekłą, rozlewa się szeroko i tworzy w ten sposób sama tarczowate, szerokie i stosunkowo płaskie wyniosłości z kraterem na szczycie, nieraz wypełnionym stale przez płynną magmę w postaci jakby jeziora lawowego. Są to t. zw. „wulkany lawowe“, a klasycznym przykładem ich wulkan Kilauea na wyspach Hawajskich (stąd nazywają je także wulkanami „typu hawajskiego“). Jeżeli przytem lawa dobywa się nie jednym kraterem, ale całą szczeliną, to może się rozlewać na przestrzeni wielu setek, a nawet tysięcy kilometrów kwadratowych, dając początek olbrzymim pokrywom i płytom wybuchowym. Ciekawy typ wulkanów przedstawiają wreszcie „wulkany eksplozyjne“, powstające skutkiem jednorazowego wybuchu gazów, bez lawy i bez tufów w poka-

Ryc. 31.



Wulkan w przekroju, z kanałem wybuchowym, wypełnionym lawą pośrodku; nachylone warstwy kropkowane, które tworzą wzniesienie wulkanu, złożone są z materiału, wyrzuconego podczas wybuchów.

więcej metrów, które, jeżeli się wypełnią wodą, tworzą charakterystyczne jeziora. Na wyżynie Eifelskiej noszą one miejscową nazwę „marów“ (Maar), której często używają dla całego typu wulkanów tego rodzaju (por. dyamenty południowo-afrykańskie).

Potrzeba było wszakże niemałego czasu, zanim wyrobiły się takie poglądy na budowę wulkanów. W Wezuwiuszu, Etnie i t. p. widziano dawniej wydzwignięcie potężne skorupy ziemskiej pod naciskiem gazów i mas wybuchowych, dobywających się z głębi ziemi. Ten pogląd wyznawała wielka szkoła geologiczna *plutonistów*¹⁾, która znalazła w początkach XIX. stulecia znakomitego obrońcę w Leopoldzie Buchu²⁾. A co się tyczy samej istoty zjawisk wulkanicznych, to przypisywano je niezbyt jeszcze dawno bezpośrednio oddziaływaniu całej pirosfery. Głośny przyrodnik niemiecki Humboldt³⁾ widział

¹⁾ Pluton, w starożytnej mitologii klasycznej bóg świata podziemnego. ²⁾ Leopold Buch należy do najwybitniejszych geologów swego czasu. Urodzony w r. 1774., umarł w Berlinie w r. 1852. ³⁾ Aleksander Humboldt, jeden z najznakomitszych i najwszechstronniejszych badaczy przyrody, urodził się w r. 1769. w Berlinie. Wiele podróżował (Ameryka połudn., Syberia i t. d.). Umarł w r. 1859.

w wulkanach jakby klapy bezpieczeństwa, które zapobiegają groźnym trzęsieniom ziemi, powodowanym przez działanie gazów w jej wnętrzu. I tu jednak panują obecnie zapatrywania odmienne. Wulkany czerpią magmę i gazy z oddzielnych ognisk, które mogą znajdować się stosunkowo wcale nie głęboko pod powierzchnią. To tłumaczy, że nawet bliskie wulkany, o ile łączą się z ośrodkami oddzielnymi, okazują zupełną niezależność w swej czynności, a z czasem, po wyczerpaniu się lub wystygnięciu ogniska zasilającego, przechodzą w stan wulkanów wygasłych (por. ryc. 32.).

24. Lawa, spływając po zboczach wulkanu całymi strugami, stygnie. W miarę tego, jak opada jej temperatura, jeżeli tylko ten proces nie odbywa się zbyt szybko, wydzielają się w masie jeszcze płynnej, zwanej „magną“, kryształy rozmaitych minerałów, skutkiem czego staje się ona wreszcie, po zupełnym skrzepnięciu, mniej lub więcej ziarnista.

Prócz law dzisiejszych wulkanów spotykamy jednak na powierzchni ziemi lub w głębi jej skorupy nierzadko skały wybuchowe w takich miejscach, gdzie wybuchów wulkanicznych nie było zupełnie, albo przynajmniej od niepamiętnych czasów. Jedne z nich są ostatnią pozostałością wulkanów, które uległy pełnemu zniszczeniu pod działaniem wody, powietrza i t. p., inne przedstawiają skały, które, skrzepnąwszy w głębi skorupy ziemskiej, nigdy nie dożyły się na jej powierzchnię i dopiero później, skutkiem zniszczenia powierzchniowych części litosfery, zostały z głębi jakby wypreparowane. W Polsce znajdujemy n. p. w okolicy Krakowa skały wybuchowe, zwane porfirami, a koło Szczawnicy t. zw. andezyty.

We wszystkich skałach wybuchowych, i dzisiejszych i dawniejszych, odgrywają główną rolę — jako ich składniki — minerały, należące do działu krzemianów, a we wielu prócz tego jeszcze i kwarczec z grupy tlenków.

Doświadczenia i zadania.

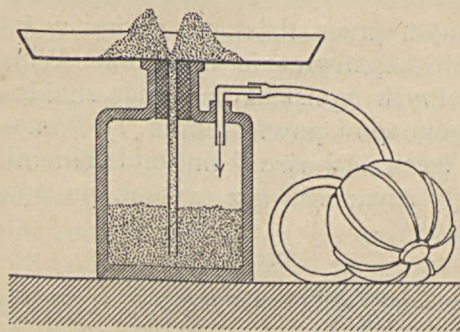
Pewne zjawiska wulkaniczne, a zwłaszcza sam proces tworzenia się wulkanu, można dosyć dobrze pokazać przy pomocy prostego przyrządu na ryc. 33. Jest to jakby duża i mocna bania Herona, do której daje się mułu odpowiedniej gęstości lub delikatnego piasku. Powietrze zagęszcza się w bani przy pomocy dużego balona, jak używane do rozpylaczków. To powoduje oczywiście dobywanie

Ryc. 32.



Podziemne ognisko magmy (t. zw. ognisko plutoniczne) w związku z wulkanem.

Ryc. 33.



Doświadczenie, pokazujące pewne zjawiska, które towarzyszą wybuchom wulkanów.

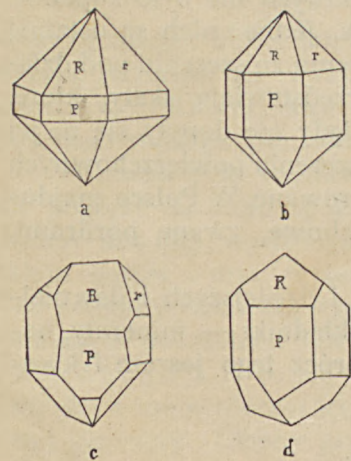
Z jakim czynnikiem, działającym w przyrodzie podczas wybuchów wulkanicznych, należy w tem doświadczeniu porównać zagęszczone powietrze?

Tlenki.

(Inne tlenki porównaj w §§ 77—81.)

chlorkiem tlenku
25. Kwarzec (T. = 7, c. w. = 2·5—2·8)¹⁾ jest czystą krzemionką, SiO₂, t. j. bezwodnikiem kwasu krzemowego („Wiadom. z chemii“ etc. str. 91.). Krystalizuje się w układzie heksagonalnym (por. § 16.), w postaciach, które są często kombinacją sześciobocznego słupa, ∞P,

jest krzemowy
i dwóch tak zwanych rombościanów (ryc. 34.). Te ostatnie są postaciami półścieniami, które wyprowadza się z piramidy sześciobocznego, P, tak jak czworościany z ośmiościanu (por. ryc. 35.); znakiem używanym dla nich w krystalografii $\pm \frac{P}{2}$ lub $\pm R$ i $-R$. Na ryc. 34. b oba rombościany są w równowadze (jak oba czworościany w kryształach sfalerytu na ryc. 19.), dlatego razem tworzą jakby ostrosłup sześcioboczny; na ryc. 34. d jest tylko jeden z nich wykształcony. Czysty kwarzec jest bezbarwny i przejrzysty doskonale, bywa jednak bardzo często rozmaicie „zabarwiony“ i nierzadko mniej lub więcej nieprzezroczysty; połysk posiada szklisty. Odnacza się twardością znaczną, także nie okazuje wyraźnej łupliwości



Kryształy kwarcu.
a, b, c: ∞P (∞R) . + R. - R;
d: ∞P (∞R) . + R.

¹⁾ C. w. — ciężar właściwy; twardość będzie oznaczana w dalszym ciągu krótko literą T.

ści; po rozbiciu posiada nowe powierzchnie zwykle muszlowato zagłębione, czyli „przełom“ ma muszlowy. C. w. niewielki. Jest jednym z minerałów najbardziej opornych na wpływy chemiczne i tylko kw. fluorowodorowy łatwo go nagryza i rozpuszcza. Z sodą topi się na kulkę szkła przezroczystego.

W przyrodzie rozczyiny węglanów metali alkalicznych (t. j. soli kwasu węglowego i sodu, potasu, lub t. p. — n. p. K₂CO₃, węglan potasowy, Na₂CO₃, węglan sodowy) działają na kwarzec rozpuszczająco, ale oczywiście zwolna, w bardzo długich okresach czasu.

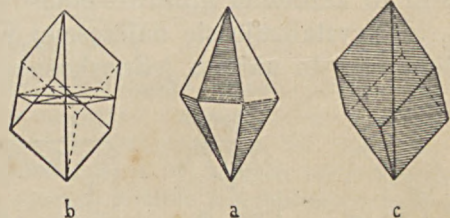
Kwarzec jest jednym z minerałów najpospolitszych na ziemi, gdyż wchodzi w skład licznych i różnych skał wybuchowych, jest dalej głównym składnikiem większości rozmaitych piaskowców i t. p., a prócz tego nieraz tworzy sam dla siebie całe skały kwarcu krystalicznego. Bardzo często spotykamy go także w postaciach pięknie skryształizowanych wśród szczelin w rozmaitych skałach, gdzie towarzyszy nierzadko kruszcem, a kryształy jego mogą dochodzić w takim razie prawdziwie olbrzymich rozmiarów.

Uwaga. Gdybyśmy chcieli twardość kwarcu dokładnie określić, moglibyśmy powiedzieć, że jest ona 7-go stopnia, ponieważ kwarzec znajduje się na siódmym miejscu między minerałami, tworzącymi t. zw. *skale twardości* (Mohsa). Minerale te, ułożone porządkiem od miększych do twardszych, tworzą następujący szereg: 1) talk, 2) sól kamienna albo gips, 3) kalcyt, 4) fluoryt, 5) apatyt, 6) ortoklaz, 7) kwarzec, 8) topaz, 9) korund, 10) dyament. Należy jednak pamiętać, że różnica w twardości między ostatnimi minerałami tej skali jest daleko większa, niż między pierwszymi. Pośrednią twardość oznacza się odpowiednio, n. p. amfibol ma twardość 5·5, t. zn. większą niż apatyt, mniejszą niż ortoklaz (porówn. „Wiadom. z chemii i mineralogii“ str. 138—139.).

Krzemiany pierwotne, będące głównymi składnikami skał wybuchowych.

26. Są to — jak wogóle wszystkie krzemiany — sole kw. krzemowych, które wchodzi w ich skład najczęściej w dwóch rodzajach: H₂SiO₃ lub H₄SiO₄ (kw. meta- i ortokrzemowy). Nierzadko składają się z dwóch lub więcej chemicznie połączonych krzemianów prostych (krzemiany złożone). Krzemiany glinowo-potasowe, -wapniowe lub t. p.

Ryc. 35.



uważa dzisiaj wielu mineralogów za sole osobnych kwasów glino-krzemowych, czyli t. zw. glino-krzemiany (n. p. ortoklaz według tego nie jest krzemianem glinowo-potasowym, ale glino-krzemianem potasu).

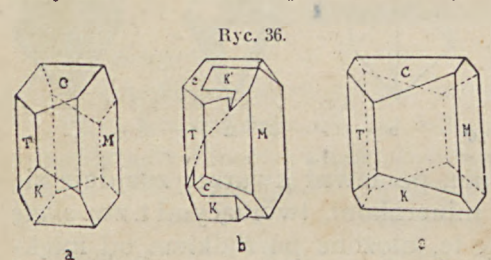
Grupa skaleni.

27. Należą tu minerały, które są krzemianami glinowo-potasowymi, glinowo-sodowymi lub -wapniowymi, albo też ich mieszaniną. Krystalizują się w układzie jednoskośnym lub trójskośnym. Łupliwość posiadają doskonałą w dwóch kierunkach, prostopadłych do siebie lub prawie prostopadłych. Produktem ich rozkładu w przyrodzie są ility i gliny rozmaitego rodzaju.

U skaleni jednoskośnych obie płaszczyzny łupliwości stoją do siebie prostopadle; są to t. zw. *ortoklasy*. Skalenie trójskośne mają je nachylone do siebie pod kątem nieco mniejszym niż 90° (około 85°) i stąd nazwa dla nich *plagioklazów*.

I. **Ortoklasy**¹⁾ (T. = 6, c. w. = 2·5—26). *Ortoklaz zwyczajny* jest najpospolitszym przedstawicielem skaleni, które tutaj należą. Jest to krzemian glinowo-potasowy (K₂Al₂Si₆O₁₆).

Krystalizuje się najczęściej w postaciach jak na ryc. 36. a. Należą one do układu jednoskośnego (porównaj § 16., str. 16.). Ściany



Krysztaly ortoklazu.
T: ∞P; M: ∞P∞; C: oP; K: P∞. Ryc. b — bliźniak.

oraz T słupa pionowego (∞P) oznaczają położenie osi głównej, Z, która jest do nich równoległa, tak jak z dwuścianu podstawowego, C (oP), wnosimy o położeniu obu osi bocznych X i Y, z których oś X, czyli podłużna, leży w płaszczyźnie symetrii, a oś Y, czyli poprzeczna, stoi do niej i do osi X prostopadle. Ściana M jest t. zw. dwuścianem podłużnym (∞P∞), będąc równoległą do osi podłużnej i do osi głównej, podczas gdy ściana K, równoległa tylko do osi poprzecznej, należy oczywiście do daszka poprzecznego (P∞). Ten ostatni, ponieważ ma z pomiędzy czterech swych ścian tylko po dwie równe (tak jak piramida jednoskośna — por. ryc. 18. a — ma tylko po cztery równe ściany), a każda taka para ścian stanowi jakby oddzielną postać, oczywiście może występować w kombinacjach tylko dwiema ścianami.

Ortoklaz zwyczajny jest zazwyczaj biały, szary lub czerwonawy. Odnacza się łupliwością doskonałą, według ścian oP i ∞P∞.

Uwaga. Na ryc. 36. b widzimy krysztal ortoklazu tem szczególny, że tworzą go widocznie dwa osobniki, które się z sobą zrastają, a właściwie przerastają się wzajemnie. Krysztaly tego

1) orthós (gr.), prosty; kláo (gr.), łamać, łupać.

rodzaju nie są wcale rzadkością, ale oba osobniki znajdujemy w nich zawsze w takim samym względem siebie położeniu. Określmy to położenie, jeżeli wyobrazimy sobie na jednym z tych krysztalów ścianę ∞P∞ i prostą, do niej prostopadłą, dookoła której trzeba dany osobnik obrócić o 180°, aby przeszedł w położenie krysztalu drugiego. Postać, która powstaje skutkiem takiego prawidłowego zrastania się, nazywamy *bliźniakiem*, owa oś obrotu nosi w takim razie miano „osi bliźniaczej“, a płaszczyzna do niej prostopadła, którą jest w naszym wypadku ściana ∞P∞, nazywa się „ścianą bliźniaczą“ danego bliźniaka.

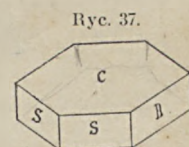
II. **Plagioklasy**¹⁾ (T. = 6, c. w. = 2·6—27). Do tego działu skaleni należy czysty krzemian glinowo-sodowy, zwany *albitem*²⁾, czysty krzemian glinowo-wapniowy t. z. *anortyt*³⁾, i krzemiany, będące mieszaniną krzemianu albitowego i anortytowego, mianowicie bogaty w sód *oligoklaz*⁴⁾ i przeważnie wapniowy *labrador*⁵⁾. Wszystkie plagioklasy krystalizują się w układzie trójskośnym.

Grupa łyszczyków.

28. Zaliczamy tu krzemiany glinu i potasu lub innego potasowi pokrewnego pierwiastka, często z dodatkiem krzemianów magnezu i żelaza i zawsze z pewną ilością wody chemicznie związanej. Łyszczyki krystalizują się w ukl. jednoskośnym w mniej lub więcej wyraźnych, sześciobocznych krysztalach tabliczkowatych (por. ryc. 37.) lub słupkowatych, okazujących wielkie podobieństwo do postaci heksagonalnych. Szczególnie charakterystyczną dla minerałów tej grupy jest doskonała łupliwość według ściany oP i, co za tem idzie, silny na tej ścianie połysk.

Muskowit⁶⁾, albo **łyszczyk potasowy** lub **mika**⁷⁾ **potasowa** (T. = 2—3, c. w. = 2·7—3·1), jest wodnym krzemianem (wodoro-krzemianem) glinowo-potasowym; ogrzewany w rurce zamkniętej wydziela oczywiście H₂O. Rzadko znajduje się w wyraźnych krysztalach jednoskośnych postaci sześciobocznych blaszek lub płytek. Jest prawie bezbarwny, nieco żółtawy albo z lekka brunatny skutkiem małej domieszki żelaza; na ścianach doskonałej łupliwości (oP) posiada silny połysk, a w niezbyt grubych płytkach okazuje częstokroć doskonałą przezroczystość; promieni ciepła nie przepuszcza. W cienkich blaszkach odznacza się znaczną sprężystością.

Biotyt⁸⁾, inaczej **meroksen**, czyli **łyszczyk magnezowy** lub **mika magnezowa** (T. = 2—3, c. w. = 2·8—3·2), jest wodnym krzemianem



Krysztal biotytu.
S: ∞P; B: ∞P∞; C: oP.

1) plágios (gr.), ukośny i kláo j. w. 2) albus (łac.), biały. 3) anorthós (gr.), nie prosty (łupiący się nie pod kątem prostym). 4) oligos (gr.), mało; kláo j. w. (łupiący się mniej doskonale). 5) Od nazwy półwyspu Labrador. 6) Moseovia (łac.), Moskwa; vitrum moscoviticum, szkło moskiewskie (Kluk) etc. 7) micare (łac.), połyskiwać. 8) Od nazwiska francuskiego fizyka Biota.

glinu, magnezu, żelaza i potasu. Odznacza się zazwyczaj — w przeciwstawieniu do muskowitu — barwą ciemno-brunatną lub ciemno-zieloną, czasem prawie czarną, zależnie od większej lub mniejszej zawartości żelaza. W wyższych temperaturach topi się biotyt na czarną masę szklistą, zachowuje się przeto inaczej, niż trudniej topliwy muskowit. Kwas siarkowy (gorący) rozkłada go całkowicie, wydzielając krzemionkę. Inne własności (krystalizacja, twardość, łupliwość, połysk, ciężar właściwy), jak w muskowiecie.

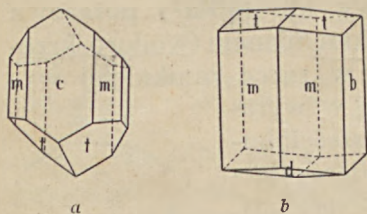
Grupa piroksenowo-amfibolowa.

29. Tworzą ją przedewszystkiem krzemiany magnezowo-żelazowe, które zazwyczaj zawierają jeszcze wapń i glin, a krystalizują się głównie w ukł. jednoskośnym. Szczególnie charakterystyczna dla nich łupliwość według ścian ∞P . Jak skałenie, rozkładając się w przyrodzie pod działaniem chemicznym wody, dają początek rozmaitym glinom, tak minerały grupy piroksenowo-amfibolowej tworzą w takim razie nierzadko biotyt lub talk.

Główną różnicę między rozmaitymi piroksenami (n. p. augity) z jednej, a amfibolami z drugiej strony stanowi odmienna postać słupów, a w związku z tem nieco odmienna łupliwość, równoległe do ich ścian. Pierwsze z nich krystalizują się w słupach o rozwarości krawędziowej 87° i 93° i łupliwość okazują równoległą do ścian takiego słupa, drugie odznaczają się rozwarością krawędziową słupów $124\frac{1}{2}^\circ$ i $55\frac{1}{2}^\circ$ z odpowiednią łupliwością.

Pirokseny ¹⁾ (T. = 5—6, c. w. = 3—3.5). *Augit* ²⁾ *zwyyczajny* jest krzemianem Mg, Fe, Ca i Al z dodatkiem Na; krystalizuje się w postaciach, jak na ryc. 38. a. Ściana *m* należy do słupa ∞P , ściany *b* i *c* do dwuścianów $\infty P\infty$ i $\infty P\infty$, litera *t* oznacza ściany piramidy, która występuje tu tylko połową ścian (por. ortoklaz). Augit zwyyczajny jest najczęściej brunatny lub prawie czarny. Łupliwość ma wyraźną, równoległe do ścian *m*, o rozwarości krawędziowej 87° i 93° .

Ryc. 38.



Amfibole ³⁾ (T. = 5.5, c. w. = 2.9—3.3). *Amfibol zwyyczajny*, ze składu chemicznego podobny do augitu, znajduje się najczęściej w kryształach, jak na ryc. 38. b. Ściana *d* należy do daszka poprzecznego, który jednak, jak w ortoklazu, występuje tylko połową swoich ścian. Znacznie większa rozwarość krawędziowa między ścianami słupa *m* ($124\frac{1}{2}^\circ$ i $55\frac{1}{2}^\circ$) i między kierunkami łupliwości doskonałej, równoległymi do tych ścian, pozwala łatwo odróżnić ten minerał od augitu, który zresztą jest do niego bardzo podobny.

¹⁾ pyr (gr.), ogień; xēnos (gr.), obcy, ponieważ mniemano, że tylko przypadkiem znajduje się w skałach wybuchowych. ²⁾ augé (gr.), połysk. ³⁾ amphibolos (gr.), dwuznaczny, trudny do odróżnienia.

Odrębnym gatunkiem jest *aktynolit* ¹⁾, krystalizujący się w postaciach wydłużonych, iglastych, barwy zielonej. *Amfibolowy azbest* ²⁾ czyli *amiant* ³⁾ jest włóknistą odmianą aktynolitu; odznacza się jednak kruchością swych włókien, dlatego nie daje się tak użyć, jak azbest serpentynowy.

Grupa oliwinowa.

30. **Oliwin** ⁴⁾ (T. = 6.5—7, c. w. = 3.2—3.6), najważniejszy przedstawiciel minerałów tej grupy, jest krzemianem magnezu i żelaza. Krystalizuje się w ukł. rombowym, jak na ryc. 39., jest barwy zielonawej, czasem żółtej lub brunatnej. T. nieco większa, niż ortoklazu. C. w. niezbyt wielki. Kwas solny rozkłada go, wydzielając krzemionkę.

Oliwin, rozkładając się w przyrodzie, tworzy serpentyn. Znajduje się w rozmaitych skałach wybuchowych i jest charakterystycznym składnikiem wielu *meteorytów* ⁵⁾.

Doświadczenia i zadania.

Odłupmy z sześcianu soli płytkę jak największą, grubą kilka centymetrów. Skoro następnie ustawimy rękę w odpowiedniej odległości nad niebieskim płomieniem palnika gazowego, uczujemy natychmiast *ciepło*, które pomniejszy się nieznacznie, jeżeli wsuniemy między rękę i palnik odłupaną płytkę soli, a dość wyraźnie po zastąpieniu soli tafelką szklaną. Ale jeżeli weźmiemy zupełnie cienką blaszkę bezbarwnej miki i przegrodzimy nią płomień gazu od naszej ręki, nie uczujemy ciepła zupełnie (por. § 28.).

Jak fizyka to doświadczenie tłumaczy? Jak się nazywają ciała, które w takim wypadku zachowują się podobnie do soli, a jakie noszą miano takie, jak mika?

O skałach wybuchowych wogóle i ich najważniejszych rodzajach.

31. Wybuchowe skały, złożone głównie z minerałów co dopiero opisanych, powstają, jak już wiemy, z magmy ostygłej i zakrzepłej. Dobywając się z głębi szczelinami w skorupie ziemskiej, tworzą „żyły skalne“ lub większe masy, zwane „pniami“, a przytem oczywiście nie okazują takiego uwarstwowania, jakie widzimy na piaskowcach, wapieniach i t. p., osadzonych w wodzie (por. ryc. 40.). Stąd nazywają je także *skałami masowymi*.

Czasem dzielą się one słupowo lub płytowo, jest to jednak zawsze następstwem dopiero późniejszych wpływów — stygnięcia

¹⁾ aktis (gr.), promień; lithos (gr.), kamień. ²⁾ asbestos (gr.), niedający się spalić. ³⁾ amiantos (gr.), czysty, nieskalany. ⁴⁾ Od barwy oliwkowo-zielonej. ⁵⁾ methéoros (gr.), unoszący się w powietrzu.

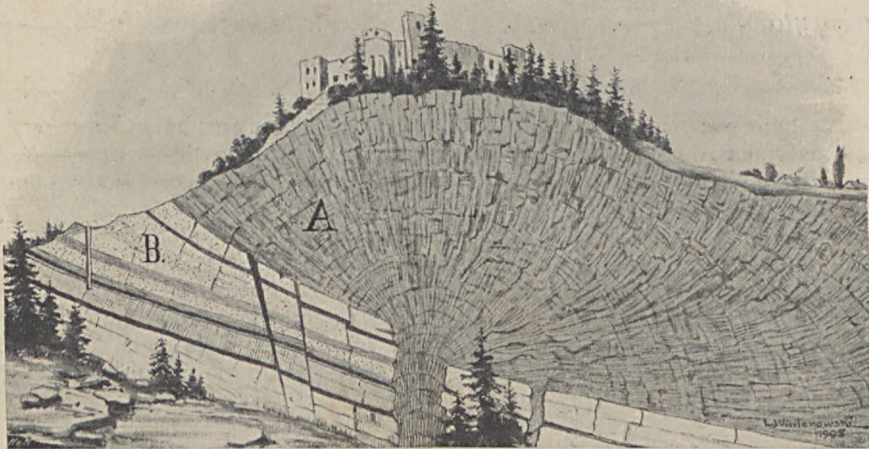


Ryc. 39.
Kryształ oliwinu.
n: ∞P ; M: $\infty P\infty$;
T: $\infty P\infty$; e: P;
d: P ∞ ; k: P ∞ ;
p: oP.

skały, kurczenia się i t. p. Bazalty, tworzące t. zw. grotę Fingala na wyspie Staffa, przedstawiają powszechnie znany przykład słupowej oddzielności skały wybuchowej; u nas można to widzieć na bazalcie w okolicy Równa (ryc. 44.), na skale wybuchowej, zwanej diabazem, w Tenczyku koło Krakowa i t. d.

Skały wapienne, gliniaste i t. p. skutkiem zetknięcia się z wybuchową masą ognisto-ciekłą ulegają przepaleniu i wpływowi chemicznym rozmaitych gazów, które magma zawiera w wielkiej ilości. To też widzimy, jak zwyczajne wapienie zmieniają się w takim razie w ziarniste marmury, a skały gliniaste w twarde i zbite „jaspisy porcelanowe“. Zrozumiałą jest także rzecz, że takiemu „kontaktovi“¹⁾ towarzyszy nieraz powstanie w pasie zetknięcia licznych i pięknych minerałów, n. p. granatu, pewnych piroksenów, turmalinu i t. p.

Ryc. 40.



Przekrój przez górę z ruinami zamku Tenczyńskich w Rudnie pod Tenczyńkiem (Krakowskie). A — skała wybuchowa, zwana melafirem; B — warstwy piaskowców i łupków ilastych z wtrąconymi pokładami węgla kamiennego. (Według F. Bartoneca.)

32. Podział skał wybuchowych opiera się przedewszystkiem na ich własnościach chemicznych, złożeniu mineralogicznem i budowie.

Złożenie mineralogiczne tych skał jest bardzo rozmaite, jakkolwiek tworzą je przeważnie tylko pewne krzemiany, czasem z krzemionką wydzieloną prócz tego oddzielnie jako kwarciec. Stwierdzono przytem, że obecność niektórych minerałów w tym wypadku pozostaje zawsze w związku ze znajdowaniem się innych, lub naodwrot pewne składniki mineralne wykluczają się wzajemnie; n. p. kwarcem towarzyszą zwykle skalenie bogate w krzemionkę, a znajdują-

¹⁾ contactus (łac.), zetknięcie.

nie się oliwinu wyklucza obecność krzemionki wolnej. Oczywiście przyczyną rozmaitego złożenia mineralogicznego skał wybuchowych jest przedewszystkiem rozmaite *złożenie chemiczne* samej magmy. Jeżeli magma wybuchowa zawiera dużo krzemionki, a mało związków żelaza i podobnych, to w takim razie nazywa się kwaśną i mogą się z niej tworzyć skały, które zawierają nie tylko jasne krzemiany, jak skalenie, muskowiit i t. p., ale i wolną krzemionkę w postaci kwarcu. W przeciwnym wypadku określa się ją jako zasadową; skały powstające z takiej magmy nie posiadają krzemionki wolnej, okazują za to dużą ilość ciemnych krzemianów żelaza i magnezu, n. p. amfibol, augit, oliwin, prócz tego często magnetyt, Fe_3O_4 , a niekiedy nawet żelazo rodzime. Skały kwaśne i zasadowe różnią się zatem nawet barwą już na pierwszy rzut oka, pierwsze bowiem są jasne, drugie ciemne; niemniej także charakteryzuje je ciężar właściwy, gdyż skały zasadowe są stosunkowo ciężkie (gęstość ich dochodzi, a nawet przekracza 3), podczas gdy kwaśne bywają znacznie lżejsze (gęstość około 2.70).

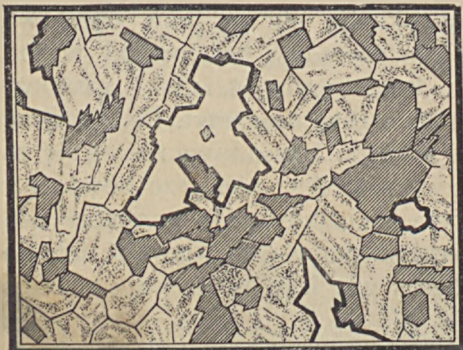
Co się tyczy *budowy* skał wybuchowych, to zazwyczaj jest ona mniej lub więcej krystaliczna, t. j. składniki skalne przedstawiają się jako oddzielne kryształy. Należy wszakże pamiętać, że budowa ta może być rozmaita, co zależy od warunków, wśród których skała ostygła, od ilości wody w magmie jeszcze ognisto-ciekłej i t. p. Łatwo przekonać się na dzisiejszych lawach, że, jeżeli stygną zwolna, naówczas masa ich staje się rzeczywiście w stopniu mniejszym lub większym „ziarnista“, a każde ziarno przedstawia kryształ jakiegoś minerału (taką budowę okazuje typowo n. p. granit, ryc. 41.), ale w wypadku, kiedy proces stygnięcia odbywa się bardzo szybko, kryształy nie mogą się wydzielić i skała przybiera budowę „szklistą“. Bardzo często zdarzają się także skały wybuchowe, które posiadają zbitą lub drobno-krystaliczną masę zasadniczą i dopiero wśród niej większe kryształy rozrzucone. Spostrzegamy to najlepiej na t. zw. porfirach i budowę tę nazywamy dlatego „porfirową“ (por. ryc. 43.). Widocznie owe dobrze wykształcone t. zw. „prakryształy“ wytworzyły się, kiedy jeszcze zupełnie ciekłą była magma wybuchowa, która następnie, szybko krzepnąc, wytworzyła masę zasadniczą skały, czyli „ciasto skalne“. Wybuchowe skały, które rozlały się na powierzchni ziemi, zwykle posiadają przy budowie porfirowej w swoim cieście skalnem więcej lub mniej masy szklistej, takie zaś, które powstały z magmy, krzepnącej w głębi skorupy ziemskiej, zwolna i pod znacznem ciśnieniem, okazują budowę ziarnistą bez szkliwa.

Nauka, która się zajmuje badaniem i opisem wszystkich skał wogóle, nazywa się *petrografią*¹⁾.

¹⁾ pétra (gr.), skała; grápho (gr.), piszę, opisuję.

Rozróżnia się pośród rozmaitych skał wybuchowych na podstawie ich własności chemicznych szereg rodzin naturalnych, z których każda obejmuje skały o zbliżonych własnościach chemicznych i podobnym złożeniu mineralogicznym. W obrębie poszczególnych rodzin określa się jedne skały jako „plutoniczne”, inne jako „wulkaniczne”.

Ryc. 41.



Granit w cieniutkiej płytce, oglądany przez mikroskop. Ziarna postaci wyraźnych kryształów, nieco zmętniałe — ortoklaz i plagioklaz; partje zupełnie bezbarwne, o silniejszej konturze — kwarc; partje zakreskowane — blaszki biotyłu.

Pierwsze z nich to te, które powstały z magmy krzepnącej w głębi skorupy ziemskiej; drugim dała początek magma, która się dożyła na powierzchnię ziemi.

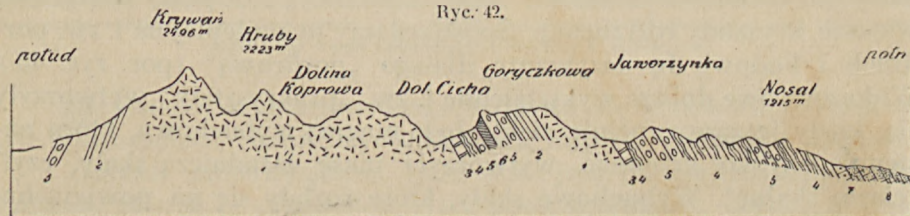
Rodzina granitu.

33. Granit¹⁾. To miano noszą skały wybuchowe plutoniczne, a więc o budowie krystalicznie ziarnistej, odznaczające się barwą szarą, czerwoną, lub niekiedy białawą, a złożone z ziarn kwarcu, ortoklazu (dodatkowo także plagioklazu), tudzież z blaszek biotyłu i muskowitu (por.

ryc. 41.). Często zdarza się odmiana zwana granitytem, która zawiera z pomiędzy łuszczyków tylko jeden biotył. Są to skały bardzo kwaśne.

Prócz granitów, które krzepły w głębi skorupy ziemskiej w potężnych pniach lub żyłach, widzimy je nieraz niby fundament pod skałami osadowymi na przestrzeni wielu tysięcy kilometrów kwadratowych lub jako jądra całych łańcuchów i systemów górskich. Rozległe obszary zajmują granity na półwyspie

Ryc. 42.



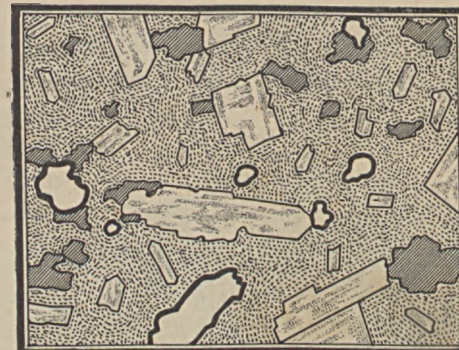
Tatry w przekroju (profilu) geologicznym. (1 — granity; 2 — gnejs; 3—8 — rozmaite skały osadowe.

Skandynawskim, w Finlandyi, w Czechach, na Wołyniu i Ukrainie (ukraińska płyta granitowa, „porohy“ dniewprowe), a — jak wiadomo — granitowym jest także środkowy trzon Alp, Tatr i wielu innych systemów górskich.

¹⁾ granum (łac.), ziarno.

Porfir kwarcowy¹⁾. Nazywamy tak wulkaniczne skały wybuchowe o składzie chemicznym i mineralogicznym, jak granitu, często barwy czerwonej, które mają jednak budowę porfirową, składając się ze zbitego ciasta skalnego kwarcowo-skaleniewego i wydzielonych prakryształów, przedewszystkiem ortoklazu, kwarcu i łuszczyku (por. ryc. 43.).

Ryc. 43.



Porfir kwarcowy, oglądany w cienkiej płytce przez mikroskop. Część delikatnie zakropkowana — ciasto skalne; w niem rozrzucone prakryształy: nieco zmętniałe — skalenie, bezbarwne — kwarc; zakreskowane — płytki biotyłu.

Klasyycznym krajem porfirów jest południowy Tyrol; u nas spotykamy je w Krakowskim (Miękinia, Zalas i t. d.), gdzie dostarczają materiału na wyborne kostki brukowe, n. p. dla Krakowa i Lwowa. Skałą pokrewną jest liparyt, zawierający w cieście skalnym nieraz dużo szkliwa.

Kwaśne (liparytowe) smółce, obsydiany i pumeksy przedstawiają się jako masa szklista, bez wydzielonych w niej kryształów; ze względu na swój skład chemiczny nie różnią się od liparytu, porfiru kwarcowego i t. p. *Pumeks* odznacza się lekkością, ponieważ jest w bardzo wysokim stopniu gąbczasty.

Rodzina syenitu.

Syenit²⁾, często barwy ciemno-czerwonej, składa się z kryształów ortoklazu i amfibolu, (dodatkowo zawiera także oligoklaz i biotył), bez kwarcu, gdyż jest słabiej kwaśny niż granit; budowa jego ziarnista, jest bowiem skałą plutoniczną.

Towarzyszy często granitom, ale nigdy nie znajduje się w masach tak wielkich, jak skały granitowe.

Trachit³⁾ przedstawia skały zazwyczaj barwy szarej i szorstkie w dotknięciu. Wśród skalnego ciasta, głównie ortoklazowego, po części szklistego, widzimy wydzielone obficie prakryształy ortoklazu i rzadziej rozrzucony amfibol (tudzież drugorzędnie plagioklaz z biotytem).

Trachity są skałami pospolitemi, występując na znacznych przestrzeniach, w bardzo wiele punktach, między innymi w północnych Węgrzech, w Owernii i t. d.

Trachitowe smółce, obsydiany i t. p. (słabo kwaśne) towarzyszą nieraz trachitom.

¹⁾ Od czerwonej barwy, właściwej wielu porfirom; porphyra (gr.), purpura. ²⁾ Od miejscowości Syene (Assuan) w Egipcie. ³⁾ trachys (gr.), szorstki.

Rodzina diorytu.

Prócz plutonicznego *diorytu*, złożonego z ziarn przedewszystkiem plagioklazu i amfibolu, należy tu między innymi wulkaniczny *andezyt*¹⁾, który składa się z prakryształów tych samych minerałów wśród amfibolowo-plagioklazowego ciasta skalnego z pewną zawartością szkliwa.

Skąły diorytowe znajdują się u nas na Wołyniu (Frysarka nad Teterewem i Waśkowicze), andezyty występują w licznych punktach w Pieninach — koło Szczawnicy, Czorsztyna i t. d. (por. mapkę geolog. na końcu książki).

Ryc. 44.



Bazalt dzielący się słupowo w Berestowcu koło Równa na Wołyniu. (Według rysunku w warszawskim Pamiętniku fizyograficznym.)

Jest to skała bardzo rozpowszechniona, używana często na kostki brukowe i wogóle do budowy dróg. W ziemiach Rzeczypospolitej znajduje się tylko na Śląsku i na Wołyniu, na półn. od Równa. Bazalty okazują bardzo często własność słupowej oddzielności, jak to widzimy właśnie na anamezytach wołyńskich (por. ryc. 44.).

Zbliżone do bazaltu *diabazy* i *melafiry* znajdują się u nas w ziemi krakowskiej koło Krzeszowic (Tenczynek, ryc. 40.) i Alwernii. W Zachodnim Beskidzie koło Żywca, Białej, Cieszyna i t. d. spotyka się w wielu miejscach skałę również pokrewną, t. z. *cieszynit*.

¹⁾ Od gór Andów.

Obsydiany, *smołowce*, *pumeksy andezytowe* zdarzają się często razem ze skałami wulkanicznymi tej rodziny.

Rodzina skał gabrowych.

Z skał plutonicznych, mocno zasadowych, które tutaj należą, znajduje się u nas na Wołyniu (okolica Żytomierza i t. d.) piękny, ciemny *labradoryt*. Plagioklazem jest w nim labrador ładnie mieniący się; prócz tego zawiera hipersten, minerał pokrewny z piroksenem, oliwin i magnetyt.

Skąły wulkaniczne tej rodziny przedstawia bazalt z melafirem i diabazem.

Bazalt (w pewnych odmianach zwany *dolerytem* i *anamezytem*). Pod tą nazwą wyróżnia się młode, silnie zasadowe skały barwy czarniawej, o budowie porfirowej, na oko często prawie zbite. Głównymi składnikami bazaltu są labrador, augit, oliwin i magnetyt (por. § 80.).

Zasadowe (bazaltowe) smołowce, obsydiany i t. d. zamykają szereg skał plutonicznych i wulkanicznych, tworzących tę rodzinę.

Rodzina skał oliwinowych.

Perydotyty¹⁾ (skały oliwinowe) przedstawiają typ skał najbardziej zasadowych, składając się przeważnie tylko z oliwinu i minerałów pokrewnych z augitem. Są one dość rzadkie na powierzchni kuli ziemskiej, a zasługuje na uwagę ich podobieństwo do niektórych meteorytów.

Meteoryty są to drobne ciała, które poruszają się w przestrzeniach międzyplanetarnych z bardzo znaczną szybkością; to też skoro dostaną się w obręb atmosfery ziemskiej, zapalają się skutkiem gwałtownego zagęszczania przed sobą powietrza i przedstawiają się nam wówczas jako t. zw. gwiazdy spadające. Rzeczywiście spada na powierzchnię ziemi tylko mała część ich, mianowicie te, które mimo swego rozpędu ulegną sile przyciągania ziemskiego. Meteoryty są być może okruchami jakiejś planety, a wskazuje na to ich budowa i złożenie mineralogiczne. Pod tym względem jedne z nich przypominają ziemskie skały oliwinowe i t. p. (są to t. zw. meteoryty kamienne), inne są złożone w znacznej części lub nawet wyłącznie z żelaza rodzimego (meteoryty żelazne). Porównaj rycinę 45. Oczywiście meteoryty żelazne można uważać za odpowiadające barysferze (por. str. 2.) owej planety, której są okruchami, a meteoryty kamienne byłyby w takim razie częściami jej litosfery.

Ryc. 45.



Bryła meteorytu żelaznego (ciężar 5360 kg), znaleziona w Bendego w Brazylii.

34. Produkty wybuchowe dzisiejszych wulkanów przedstawiają się — jak wiemy (por. §§ 21—24.) — między innymi jako t. zw. **lawy**. Rozróżnia się zasadowe lawy bazaltowe, kwaśne — liparytowe lub trachitowe — i pośrednie pod tym względem lawy andezytowe, a często jeden i ten sam wulkan, w następujących po sobie okresach, wyrzucał najpierw jedno z nich, potem drugie. Wezuwiusz n. p. zbudował sobie naprzód trachitową podstawę, ale później dostarczał już samych law bazaltowych. Lawy wulkanów, stygnąc na powierzchni, mają często przy wielkiej obfitości szkliwa strukturę bańczastą, a nawet gąbczastą. Przyczyną tego obfite w magmie gazy, działające jak bezwodnik węglowy w cieście, które rośnie.

Z popiołów wulkanicznych powstają z czasem skały, zwane **tufami**. Tufy tworzą wiele wulkanów dzisiaj czynnych (wulkany tu-

¹⁾ Perydot jest jedną z nazw dla oliwinu.

ogólnie pływają rozpy

fove), zalegając prócz tego u ich stóp nieraz na ogromnych przestrzeniach. Tak samo znane są tufy jako ślad wybuchów wulkanicznych w ubiegłych epokach geologicznych. Stanowią one jakby przejście od skał wybuchowych do osadowych, materiały ich bowiem jest pochodzenia wybuchowego, ale powstają przez osadzanie się.

35. Od kilkudziesięciu lat wprowadzono użycie mikroskopu do badania skał rozmaitych. Pozwoliło to zapoznać się dokładnie z wielu szczegółami ich budowy i rzuciło światło na sposób tworzenia się ich składników mineralnych. W tym celu szlifuje się ze skały płytkę tak cienką, aby była zupełnie przezroczysta, i ogląda się ją pod mikroskopem; rozmaite szczegóły budowy danej skały i minerałów, które ją tworzą, występują w takich „szlifach“ bardzo wyraźnie. Ryc. 41. i 43. w przybliżeniu przedstawiają dwie skały oglądane w ten sposób.

Dokładne badania każdej ze skał, o których wyżej była mowa, pouczyły, że w większości wypadków tworzą je, prócz typowych i charakterystycznych składników, jeszcze rozmaite składniki drugorzędne albo dodatkowe. Należą do nich apatyt, korund, dyament, o których będzie mowa później, i pewne krzemiany, którymi zajmujemy się obecnie.

Doświadczenia i zadania.

1) Z skały sporządza się petrograficzny preparat do badania mikroskopowego w następujący sposób. Z większego okazu odbija się młotkiem stalowym kawałek takiej wielkości, aby po wyszlifowaniu powstała płytka o powierzchni co najmniej jednego centymetra kwadratowego. Następnie na płycie kamienia trembowelskiego, a jeszcze lepiej na taflii stalowej, szlifuje się grubszym szmirgłem, trzymając przedmiot w palcach, jedną stronę odłupanego kawałka, dopóki nie powstanie powierzchnia zupełnie płaska. Wtedy gładzi się ją, najpierw na szkle matowym przy pomocy szmirglu zupełnie miękiego, a następnie na matowej taflii samej; po wysuszeniu nakleja się szlifowany kawałek gładką powierzchnią do t. zw. szkiełka przedmiotowego. Do naklejenia używa się balsamu kanadyjskiego, który podgrzewa się na lampce spirytusowej. Z kolei ujmuje się w palec szkiełko i szlifuje się drugą stronę preparatu, dopóki nie stanie się zupełnie przezroczysty, tak, że można przez niego czytać litery. Wtedy gładzi się tę stronę, jak już opisano, zalewa się preparat kroplą nadgrzanego balsamu kanadyjskiego i przykrywa się z wierzchu cieniutkiem, t. zw. przykrywkowym szkiełkiem tak, aby nie powstały bańki powietrza. Preparat czyli szlif, w ten sposób przygotowany, jest gotowy do oglądania przez mikroskop.

2) Wybierz u kamieniarza rozmaite próbki skał wybuchowych, używanych na pomniki i t. p., i zbadaj je pod mikroskopem, sporządziwszy z nich odpowiednie preparaty.

3) Postaraj się o okaz granitu i bazaltu, określ przy pomocy wagi hydrostatycznej, która z tych skał posiada większy ciężar właściwy, i wyjaśn przyczynę tej różnicy.

4) Wytlómacz, w jakim związku pozostaje gąbczastość pumeksu ze sposobem powstania tej skały.

Krzemiany, znajdujące się w skałach pierwotnych jako składniki dodatkowe.

Grupa granatu i andaluzytu.

36. Do pierwszej należą rozmaite krzemiany w znacznej części zawilego składu chemicznego, zawierające wiele glinu, ale obok tego zawsze jeszcze ze-

lazo, często wapń i magnez, lub wreszcie beryl (czasem chrom), niekiedy kilka z tych metali równocześnie. Krystalizują się rozmaicie, a tak samo barwa ich nader rozmaita. Wszystkie posiadają znaczną twardość (około 7—8) i nie okazują wyraźnej łupliwości. C. w. stosunkowo dosyć znaczny (3—4, nawet powyżej 4). Z pomiędzy rozmaitych minerałów, które należą tutaj, zasługują na uwagę przede wszystkim *granat*, *beryl*, *turmalin* i *kordieryt* (por. § 7.). Przedstawicielem grupy drugiej jest *topaz*.

Turmalin¹⁾ zasługuje na szczególną uwagę. Skład chemiczny ma bardzo zawily; prócz krzemionki zawiera glin (Al), bor (Bo), sód (Na), magnez (Mg), żelazo (Fe), wapń (Ca), potas (K), fluor (F), wodę konstytucyjną i t. d. Krystalizuje się w układzie heksagonalnym (ryc. 46.). Bywa ciemno-brunatny, zielony, czasem niebieski lub czerwony, a nawet bezbarwny.

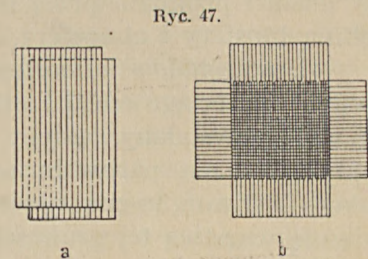
Turmalin znajdujemy w wielu skałach pierwotnych, n. p. w granitach, które w odmianie, odznaczającej się obecnością tego minerału, otrzymały nawet nazwę granitów turmalinowych. *Turmaliny szlachetne* przedstawiają się jako odmiany pięknie zabarwione niebiesko, zielono, czerwono. Zwykły turmalin ciemno-brunatny, prawie czarny, nosi nazwę *skorylu* (niem. Schörl)²⁾.

Uwaga. Minerale ten zasługuje na szczególną uwagę, zarówno ze względu na swoje własności postaciowe, jak i fizyczne.

Co do pierwszego, to słupowate kryształy turmalinu na obu końcach osi głównej (Z) okazują często ściany odmienne, jak to widzimy na ryc. 46. Zjawisko to nazywamy *hemimorfizmem*³⁾. Symetria tych kryształów jest oczywiście odmienna niż w klasie zwykłej piramidy sześciobocznej lub w klasie rombościanu, dlatego przedstawiają one jeszcze jedną odrębną klasę układu heksagonalnego.

W związku wszakże z tem pozostają jeszcze pewne własności elektryczne turmalinu, którego kryształy ujawniają *piezoelektryczność*, posiadając zdolność przechodzenia w stan elektryczny, jeżeli je ogrzejemy. Zgodnie przyciem z właściwym im hemimorfizmem elektryzują się przeciwie na obu końcach, odmiennie wykształconych.

Jeszcze ciekawsze są własności optyczne tego minerału. Jeżeli z kryształu jego wykroimy dwie przezroczyste płytki, równoległe do osi głównej i jedną z nich ułożymy na drugiej w ten sposób, aby osi główne obu płytek były równoległe (por. ryc. 47. a), będą one przepuszczały światło na drugą stronę, tak, jak to czyni każda z nich z osobna. Skoro jednak obie płytki skrzyżujemy pod kątem 90° (ryc. 47. b), zobaczymy, że przez miejsca, które się wzajem nakrywają, światło wcale nie przechodzi. Dzieje się to skutkiem tego, że promienie światła, które przeszły przez pierwszą płytkę, uległy pewnym



¹⁾ turmales, nazwa cejlońska. ²⁾ Z szwedzkiego. ³⁾ Przyczepka hemi (gr.) dla oznaczenia połowy; morphé (gr.), postać.

zmianom, jak mówimy *spolaryzowały się*, skutkiem czego druga płytką, skrzyżowana z pierwszą, stała się dla nich nieprzezroczysta.

Tafelki, wykrojone w pewnym kierunku z kryształów rozmaitych układów, z wyjątkiem równoosiowego, wsunięte między dwie cienkie płytki turmalinu (wyżej opisane) i oglądane w pewien sposób, dają w świetle przepuszczonym odmienne obrazy, raz współśrodkowych różnobarwnych pierścieni, przeciętych krzyżem czarnym lub jasnym, to znowu inne, podobne, ale mniej więcej charakterystyczne dla pewnych układów krystalograficznych. Można więc w wypadkach wątpliwych pomagać sobie w ten sposób w oznaczaniu układu badanego kryształu. Używamy w takim razie t. zw. *szczypeczyków turmalinowych* (ryc. 48.), w których dwie płytki turmalinu, wycięte równoległe do osi głównej, są oprawione w taki sposób w metalowe pierścienie, że dają się obracać jedna dokoła drugiej. Wsunęta między nie tafelka badanego kryształu wytwarza, jeżeli szczypeczyki zbliżymy mocno do oka, barwny obraz, odpowiedni układowi krystalograficznemu.

Ryc. 48.



Szczypeczyki turmalinowe.

O wodzie, chemicznem działaniu wody na skorupę ziemi i jej składniki wogóle, tudzież o powstawaniu źródeł.

37. Pierwotnie, kiedy kula ziemską posiadała jeszcze wysoką temperaturę, woda znajdowała się w postaci pary w atmosferze; skoro jednak z czasem skropliła się i opadła, utworzyła na ziemi zbiorniki wody stojącej — morza i jeziora — i dała początek strugom wody płynącej, t. j. potokom, strumieniom i rzekom. Parując w tej postaci, skutkiem działania ciepła słonecznego, woda dostaje się znowu do naszej atmosfery, skąd opada jako deszcz lub — skrzepla — w postaci gradu i śniegu. W ten sposób dzięki energii, wysyłanej w postaci promieni przez słońce, krąży ona ciągle między powierzchnią litosfery i atmosferą.

Ilość *opadów atmosferycznych* w danej miejscowości i w pewnym przeciągu czasu mierzy się grubością warstwy wody, jaka z nich powstałaby, gdyby woda nie wsiąkała w głąb ziemi, nie spływała i nie parowała natychmiast. U nas wynosi ona rocznie około 700 mm, to znaczy woda opadów mogłaby w ciągu roku pokryć ziemię warstwą tej grubości. W krajach tropikalnych opady są bez porównania obfitsze, wynoszą bowiem rocznie do 10 m. Obliczono, że wogóle w ciągu roku spada na powierzchnię lądu około 122.500 km³ wody w postaci rosy, deszczu, śniegu i t. p.

Jeżeli weźmiemy pod uwagę tylko te opady, które dostają się na powierzchnię suchego lądu, to zobaczymy, że część ich wody skutkiem parowania wraca napowrót do atmosfery, zanim może wsiąknąć w głąb lub połączyć się z wodą rzek i potoków, i tylko reszta pozostaje na ziemi; z tej zaś pewna ilość spływa, zasilając strumienie

i rzeki, część zużywa wegetacja, a pozostała reszta przenika w głąb skorupy ziemskiej, wracając potem znowu na powierzchnię w postaci wody źródlanej.

Woda opadów atmosferycznych, która przechodzi takie rozmaite koleje, styka się podczas tego ciągle z rozmaitymi ciałami mineralnymi, które tworzą skorupę ziemi, i po części rozpuszcza je, a wogóle działa na nie chemicznie.

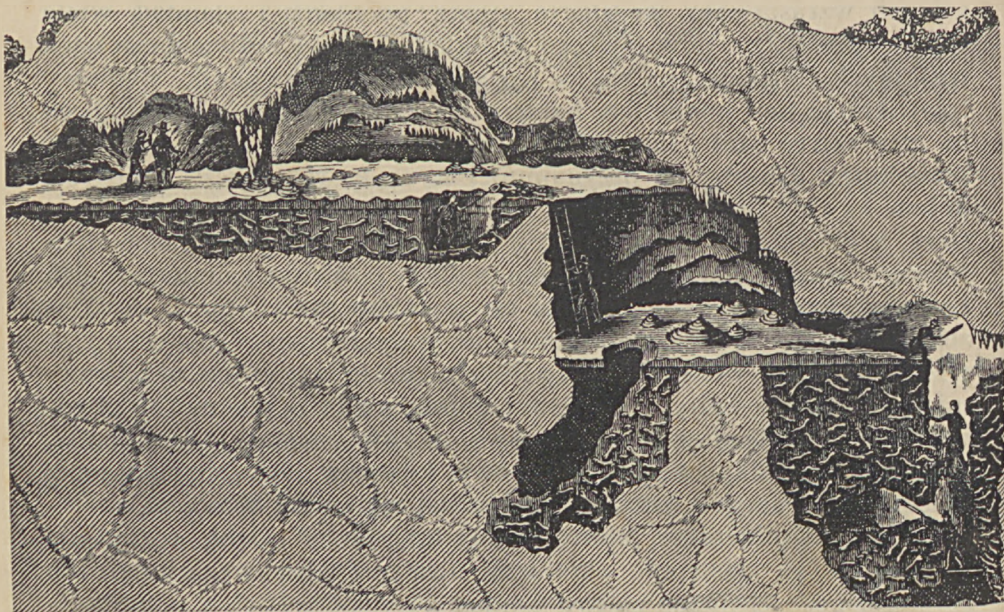
38. Woda czysta roztwarza wprost i w całości tylko niektóre minerały, n. p. sól, gips i t. p., działa zaś chemicznie w bardzo nieznanym stopniu. Zabiera jednak zawsze z powietrza tlen i kwas węglowy atmosferyczny, a przesiąkając przez warstwy powierzchniowe, na których wzrasta cała wegetacja ziemi, pochłania i stamtąd wiele tego kwasu (CO₂), powstającego skutkiem gnicia i butwienia resztek roślinnych. Wzbogacona zaś w ten sposób w bezwodnik węglowy i zawierając tlen powietrza, nabiera zdolności *działania chemicznego* na cały szereg skał i ich składników mineralnych, które rozkłada, przeobraża, a następnie przynajmniej w części rozpuszcza. Dzieje się to tem łatwiej, im więcej woda zawiera rozpuszczonego tlenu atmosfery, a głównie kwasu węglowego, po części im wyższą ma temperaturę, wreszcie im znaczniejszemu podlega ciśnieniu warstw górnych skorupy ziemskiej. Jeżeli zetknie się w takim razie n. p. z ortoklazem, krzemianem glinowo-potasowym, wchodzącym — jak wiemy — w skład bardzo wielu skał pospolitych, rozkłada ten minerał na krzemian glinowy, z którym się nawet częściowo łączy chemicznie, tworząc kaolin czyli glinę porcelanową, a równocześnie unosi potas, jako rozpuszczalny węglan potasowy, i pewną ilość rozpuszczonej krzemionki. Tak, jak ortoklaz, rozkładają się i inne skalenie.

Związki mineralne, które woda, krążąca w głębi, rozpuściła w sobie, mogą następnie skutkiem utraty kwasu węglowego lub zmniejszonego ciśnienia znowu osadzić się gdzie indziej, n. p. w wolnych przestworach wśród warstw piaszczystych, tworząc w tym wypadku „lepiszcze“ czyli „spoiwo“ skały i zmieniając luźny piasek w zwięzły piaskowiec, albo innym razem gromadząc się w większych szczelinach i próżniach, częstokroć w postaci pięknych kryształów. W ten sposób powstają zatem także rozmaite żyły mineralne, które nie są niczem innym, tylko szczelinami w warstwach skorupy ziemskiej, wypełnionymi przez rozmaite minerały. Czasem minerały tworzą się, dzięki działaniu wody, przez zetknięcie się za jej pośrednictwem w głębi ziemi takich ciał, które z osobna roztwarzają się, razem zaś dają początek nowemu związkowi chemicznemu nierozpuszczalnemu.

39. Wogóle *woda, jako geologiczny czynnik chemiczny*, powoduje zjawiska nader rozmaite. Prócz tego, że przeobraża minerały litosfery, jeszcze z jednej strony rozpuszcza wprost lub dopiero sku-

tkiem swego chemicznego działania pewne składniki skorupy ziemskiej, rozszerza szczeliny i próżnie, które już zastała, i tworzy w ten sposób nieraz całą sieć podziemnych grot i korytarzy (u nas n. p. jaskinie Ojcowskie lub Bialskie pieczary w Tatrach wśród skał wapiennych, a pośród gipsów groty w Bilezu nad Seretem, w Krzywcu koło Borszczowa i w Łokutkach pod Tłumaczem; por. ryc. 49.), z drugiej strony materiały, który rozpuściła, unosi, jak już wiemy, dalej i osadza w spotkanych szczelinach i przestworach. To też mówimy o jej chemicznem działaniu raz niszczącem, to znowu twórczem.

Ryc. 49.



Przekrój pionowy przez cały system grot podziemnych w Gallenreuth w Bawaryi.

Powstawanie grot podziemnych skutkiem rozpuszczającego działania wody, krążącej w głębi, wywołują nieraz znaczne zmiany na powierzchni ziemi i cały szereg ciekawych i charakterystycznych zjawisk. Jeżeli w wielkich jaskiniach podziemnych zawali się sklepienie, to powoduje to zazwyczaj zapadanie się ziemi na powierzchni i tworzenie się n. p. na Podolu t. zw. „wertebów“. Czasem nawet trzęsienia ziemi mogą powstać skutkiem zawalenia się rozległych i obszernych grot podziemnych (*trzęsienia ziemi zapadliskowe*). Kras w Krainie jest typowym miejscem rozmaitych zjawisk tego rodzaju, zwanych dlatego „zjawiskami krasowemi“. Należy do nich obecność w Krasie prawie na każdym kroku licznych t. zw. „dolin“, które są

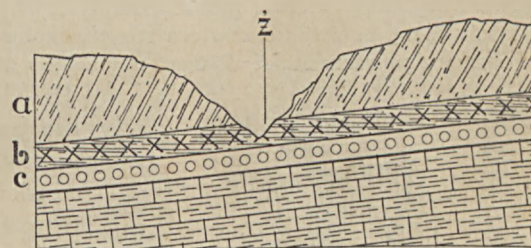
podobne do naszych wertebów, nagłe znikanie całych potoków w podziemnych czeluściach, istnienie charakterystycznych dolin, ślepo zamkniętych (t. zw. polja), które czasem, w pewnych porach roku, zamieniają się okresowo w jeziora, dalej wielkie i liczne strumienie, płynące siecią grot podziemnych, źródła nadzwyczaj obfite, tryskające olbrzymią masą wody z podziemnych jaskiń i t. p. Spotykamy się z temi zjawiskami tam, gdzie są silnie rozwinięte pokłady wapienne (Kras) lub, jak na Podolu, gipsowe, łatwo ulegające działaniu rozpuszczającemu wody.

40. Przenikanie wody do miejsc coraz głębszych odbywa się w dwojaki sposób: wprost, o ile skała jest przepuszczalna z powodu swej porowatości, lub szczelinami, które znajdują się w skałach skutkiem ich popękania. Właściwie niema warstw zupełnie nieprzenikliwych dla wody. To też kawałek każdej skały, pochodzący z głębi ziemi, zawiera zawsze pewną ilość wilgoci. Są jednak pokłady, które przepuszczają wodę bardzo trudno, n. p. zbite a niepopękane wapienie, lub nawet takie, które są dla niej zupełnie nieprzepuszczalne, skoro raz nasiąkną wodą, jak warstwy ilowe, rozmaite margle (por. § 56.) i t. p.

41. Oczywiście woda tak głęboko przesiąka, dopóki nie trafi na jakąś skałę nieprzepuszczalną, n. p. gliny, iły, łupki ilaste i t. p. Wówczas w tem miejscu zatrzymuje się w głębi ziemi i odpowiednio do tego, czy ma odpływ dalej — w kierunku poziomym — mniej czy też więcej ułatwiony, gromadząc się i przepajając warstwy przesiąkliwe, albo tworzy w ten sposób większe zbiorniki, lub też od razu spływa dalej. Odpływ takiej wody, zwanej *gruntową*, ułatwia w wielu wypadkach ta okoliczność, że warstwy skorupy ziemskiej są rozmaicie połańdowane i nachylone, woda może zatem łatwo spływać po nieprzepuszczalnym pokładzie w stronę jego upadu. Jeżeli zaś „warstwa wodna“ wychodzi na powierzchnię właśnie w tym kierunku, to woda w miejscu tem tryśnie, tworząc w taki sposób t. zw. *źródło warstwowe* (por. ryc. 50).

Niekiedy jednak powraca ona inaczej, wznosząc się do góry, nawet z bardzo znacznych głębokości, większymi szczelinami, na podstawie hydrostatycznego prawa naczyń zespolonych. Widzimy to na ryc. 51., gdzie woda przesiąka drobniejszymi szczelinami daleko

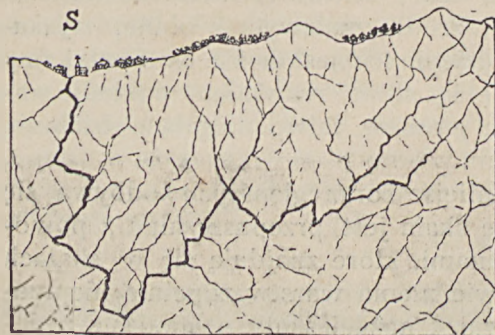
Ryc. 50.



Źródło warstwowe. a — pokłady przepuszczalne; b — warstwa wodna; c — warstwa nieprzepuszczająca wody; z — źródło.

w głąb skorupy ziemskiej, zbiera się tam w jednej obszerniejszej szczelinie i następnie podływa nią do góry, tryskając w miejscu, oznaczonem lit. S (źródło szczelinowe).

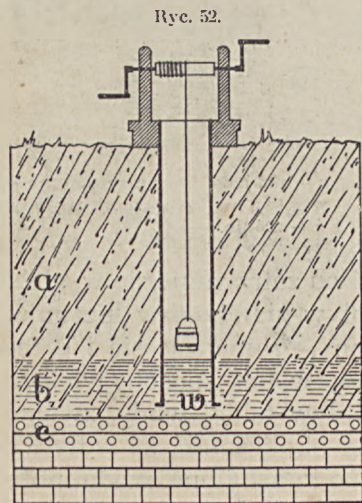
Ryc. 51.



Początek źródła szczelinowego.

wody zaskórnej. Odznacza się zawsze tem, że jej temperatura zmienia się bardzo łatwo i szybko, skutkiem nawet dziennych zmian ciepłoty powietrza, a dalej tą właściwością, że zwykle zawiera rozpuszczone rozmaite związki organiczne, pochodzące z powierzchni, i dlatego, użyta jako napój, może być bardzo szkodliwa.

41. Oczywiście woda źródłana nigdy nie jest zupełnie czysta, zawsze zawiera pewną ilość kwasu węglowego (CO_2) i nieco rozpuszczonych związków mineralnych. Od ilości rozpuszczonych wapienia zależy stopień t. zw. „twardości wody”: im jego więcej, tem — mówi się — woda twardsza, im mniej, tem miększa. W pewnych wypadkach ilość połączeń mineralnych powiększa się w wodzie znacznie i wówczas mamy do czynienia z t. zw. *źródlami mineralnymi*. Pozostaje to w zw. z naturą pokładów, przez które woda przepływa podczas swej podziemnej wędrówki, z tem, czy znajdują się na jej drodze szczeliny, które wznosi się z głębi



Studnia. a — warstwa przepuszczalna; c — warstwa nieprzepuszczająca wody; b — warstwa wodna; w — woda w studni.

wody, gdyż woda gorąca łatwiej rozpuszcza pewne związki mineralne. Wody mineralne, zawierające węglany i znaczną ilość wolnego CO_2 , nazywają się *szczawami*, bogate w rozpuszczoną sól noszą nazwę *solanek* i t. p.

Jeżeli temperatura wody jest niezmienna i stale znacznie wyższa od średniej rocznej w danym miejscu, to w takim razie mówi się o *źródle gorącym*, czyli *cieplicy* albo *termie*. Woda takich źródeł tryska zwykle ze znacznej głębokości pod powierzchnią ziemi. Temperatura bowiem skorupy ziemskiej wzrasta mniej więcej na każde 35 metrów w głąb o 1°C . [tę głębokość 35 metrów nazwano *stopniem geotermicznym*¹⁾]; jeżeli przeto woda opadów atmosferycznych szczelinami dostanie się bardzo głęboko, ogrzewa się tam znacznie, a wzniosłszy się następnie inną szczeliną do góry, może wytrysnąć w postaci źródła gorącego. Są jednak termy, których woda prawdopodobnie nie pochodzi z opadów atmosferycznych, lecz wydziela się wprost z pirosfery, przesyconej rozmaitymi gazami, a między nimi także parą wodną. Ogólnie są znane gorące źródła czeskie w Cieplicach, Karlsbadzie i Francensbadzie. Polska posiada termę w Jaszczurówce koło Zakopanego; temperatura jej równa się stale w ciągu całego roku 16.5°C ., podczas

Ryc. 53.



„Star Geyser“ w Parku Narodowym Stanów Zjednoczonych. Wedle fotografii z natury.

gdy średnia ciepłota roczna tej miejscowości wynosi około 5°C .

Źródła gorące, które tryskają peryodycznie w górę, niekiedy co kilka lub kilkanaście godzin — zwykle w mniejszych odstępach czasu — i nieraz do znacznej wysokości, znajdują się w okolicach wulkanicznych na kilku punktach kuli ziemskiej i nazywają się *gejzerami*. Największe i najwspanialsze gejzery posiada t. zw. Park Narodowy Stanów Zjednoczonych półn. Ameryki (por. ryc. 53.); prócz tego znajdujemy je w Islandyi i na Nowej Zelandyi.

¹⁾ gé (gr.), ziemia; thermós (gr.), ciepły.

Zjawiskiem, ściśle wiążącym się z wodami podziemnymi, są t. zw. *wulkany błotne*. Z właściwym wulkanizmem zwykle nie mają one nic wspólnego, a tworzą się tam, gdzie woda przesycona gazem przeciska się skutkiem jego prężności z znaczną siłą szczelinami pośród skał ilastych i t. p., zanim wypłynie na powierzchnię. Porywa ona z sobą w takim razie mnóstwo części ilowych i dobywa się w postaci masy błotnistej, która rozptywając się, tworzy wyniosłości stożkowate, kształtem podobne zupełnie do miniaturowych wulkanów. Okresy wzmożonego dobywania się gazów przypominają w takim razie wybuchy wulkanów prawdziwych. Gazy bywają w wulkanach błotnych rozmaite. Sławne wulkany błotne w okolicy Baku zawdzięczają powstanie swoje węglowodorom naftowym, w które obfituje ta okolica, bogata w naftę.

42. Widzieliśmy, że ortoklaz rozkłada się pod działaniem chemicznym wody (por. § 38.). Powstający przytem kaolin czyli glinka porcelanowa pozostaje w miejscu pierwotnego minerału, t. j. macierzystego ortoklazu, podczas kiedy krzemionka, którą woda rozpuszcza w pewnej ilości, uniesiona równocześnie przez nią i osadzona w próżniach i szczelinach, tworzy kryształy kwarcu żyłowego, lub daje początek jakiemuś innemu minerałowi żyłowemu. W ten sposób, pod działaniem chemicznym wody z wielu minerałów pierwotnych tworzą się rozmaite *minerały pochodne*. Między nimi można odnaleźć i takie, które są tylko odmianami minerałów, będących składnikami skał pierwotnych, n. p. kwarciec żyłowy (por. § 25.). Pochodnymi krzemianami zajmujemy się obecnie.

Krzemiany pochodne.

Grupa serpentynowa.

43. Liczne i ważne krzemiany magnezu lub magnezu i żelaza, zawierające wodę, zazwyczaj zbite lub o budowie drobno-luszczkowej albo włóknistej, barwy zielonkawej lub białe, albo żółtawe; są one produktem rozkładu chemicznego krzemianów grupy oliwinowej i piroksenowo-amfibolowej.

Serpentyn¹⁾ (T. = 3—4, c. w. = 25—27). Wodny krzemian magnezu i żelaza, zazwyczaj w odmianach zbitych, rzadziej włóknistych [*chryzotyl*²⁾, czyli *azbest serpentynowy*³⁾]. Czyste odmiany są zielone, w cienkich blaszkach prawie przezroczyste (*serpentyn szlachetny*); zwykle jednak serpentyn okazuje na tle mniej więcej zielonawem ciemne plamy i żyłki, pochodzące od zanieczyszczeń połączeniami żelaza. Kwasy rozkładają go łatwo, wydzielając czystą krzemionkę; topi się trudno.

¹⁾ serpens (łac.), wąż, z powodu plam, jak na skórze wężowej. ²⁾ chryzot (gr.), złoto; tillo (gr.), skubię. ³⁾ ásbestos (gr.), niedający się spalić.

Powstaje z rozkładu oliwinu, który skutkiem działania chemicznego wody, zawierającej kwas węglowy, traci część magnezu w postaci węglanu magnezowego, rozpuszczalnego w wodzie; równocześnie część zawartości żelaza daje początek drobnym ziarnkom i kryształkom magnetytu, będącego tlenkiem żelaza, skąd powstają owe ciemne żyły i plamy, właściwe serpentynowi. *Serpentyn zwyczajny* tworzy częstokroć znaczne masy kształtu żył, potężnych pni i t. d., tak jak skały oliwinowe, z których powstał skutkiem ich rozkładu chemicznego.

Azbest serpentynowy jest poszukiwany, ponieważ odznacza się bardzo trudną topliwością, a przytem nie jest tak kruchy, jak azbest amfibolowy, daje się zatem użyć do wyrobu ogniotrwałych lin, sznurów i t. p.

Uwaga. Nieraz spotykamy kryształy oliwinu, które przeobraziły się w zupełności w serpentyn. Mówimy o nich, że są to *pseudomorfozy*¹⁾ serpentynu po oliwinie. Ryc. 54. a przedstawia kryształ oliwinu w przekroju; widzimy, jak woda, przenikając do wnętrza jego drobnymi szczelinami, już go zamieniła w części na serpentyn. Na ryc. 54. b ten proces powolnego przeistaczania się dobiegł do końca i kryształ oliwinu przeobraził się w całości w serpentyn, tworząc pseudomorfozę tego minerału po oliwinie.

Pianka morska jest wodnym krzemianem magnezowym, barwy żółtawej lub szaro-białej, znanym tylko w masach zbitych. Powstaje jako produkt dalszego rozkładania się serpentynu.

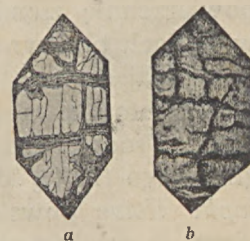
Talk²⁾ albo **łojek** (T. = 1, c. w. = 26—28) jest także wodnym krzemianem magnezowym. W wielu miejscach znajduje się w wielkich masach, tworząc w postaci t. zw. *łupków talkowych*, razem z kwarcem, całe pokłady i skały. Powstaje z rozkładu minerałów grupy piroksenowo-amfibolowej i t. p.

Grupa kaolinu.

44. **Kaolin**³⁾ (c. w. 22—26), główny przedstawiciel wszystkich minerałów tej grupy, jest wodnym krzemianem glinowym. Znajduje się w masach ziemistych, nierzadko w pseudomorfozach po ortoklazu; zupełnie czysty posiada barwę białą. Jest łatwo rozcieralny, a zmieszany z wodą odznacza się plastycznością. Zwilżony wydaje właściwy zapach. Spieka się w ogniu, ale nie topi się nawet w bar-

¹⁾ pseudo (gr.) kłamie, zwodzę; morphé (gr.), postać. ²⁾ Od wyrazu arabskiego alg, kamień tusty. ³⁾ Po chińsku kaolin = glina porcelanowa.

Ryc. 54.



a) Kryształ oliwinu w przekroju, przeobrażający się zwolna w serpentyn.
b) Pseudomorfoza serpentynu po oliwinie w przekroju.

dzo wysokich temperaturach; dopiero po zmieszaniu z ciałami topliwymi, jak miał ortoklazowy lub gips z kwarcem, tworzy porcelanę.

Jest to produkt rozkładu rozmaitych skaleni (por. § 27.). Znajdujemy go w gniazdach i t. p. złożach, gdzie woda naniosła cząstki kaolinu, wypłukane z granitów lub innych skał skaleniowych, rozkładających się na powierzchni. Czysty kaolin jest jednak stosunkowo rzadki, zwykle bywa zmieszany z cząstkami innych minerałów (kwarczec, mika, skalenie, wapień), zabarwiony rozmaicie i w tej postaci tworzy rozmaite *ity* i *gliny*. Ta ostatnia nazwa używana jest zazwyczaj dla iłów bardziej zanieczyszczonych i charakterystycznie zabarwionych wodorotlenkiem żelaza na żółto lub brunatno.

Czysty kaolin znajduje się w ziemiach Rzeczypospolitej na Wołyniu (Korzec, Baranówka i t. d.), Ukrainie i wogóle na obszarach granitowej płyty ukraińsko-wołyńskiej.

Czem są u nas rozmaite zwyczajne gliny, które tworzą samą powierzchnię ziemi i glebę rodzajną dla całej vegetacji, tem jest w krajach podzwrotnikowych t. zw. *lateryt*¹⁾. Odznacza się barwą zazwyczaj ceglastą w jaśniejsze plamy (w stanie świeżym), pewną piaszczystością, a przytem bardzo często powierzchnią jakby żużłowatą. Prócz części iłowych zawiera dużą domieszkę wodorotlenku glinowego ($Al_2O_3 \cdot 3H_2O$ — por. boksyt, § 78.). *Ity łupkowe* i rozmaite *łupki iłowe* powstały z iłów zwyczajnych pod znacznem ciśnieniem; te ostatnie odznaczają się większą zwięzłością i twardością, posiadając niekiedy budowę nawet częściowo krystaliczną (niektóre t. zw. łupki dachówkowe i t. p., por. fylity, § 101.). *Lessem*²⁾ nazywa się glina nawiana przez wiatry (por. § 70.), która tworzy nieraz na znacznych przestrzeniach potężne pokłady. Barwa zazwyczaj jasno-żółta, znaczna sypkość i liczne pionowe kanaliki po korzonkach roślin, pokaźna zawartość węglanu wapnia ($CaCO_2$), drobnych ziarn kwarcu, łuseczek miki i t. p., a wreszcie zupełny brak uwarstwowania, tudzież charakterystyczna skłonność do tworzenia stromych ścian pionowych — są to cechy, po których less daje się łatwo poznać (por. ryc. 93.). Jest on u nas na znacznych przestrzeniach bardzo rozpowszechniony.

Doświadczenia i zadania.

1) Przy pomocy mapy i przyrzędu, przedstawionego na ryc. 55., zwanego *ombrometrem*, określ ilość wody, która spadła w najbliższej okolicy podczas deszczu nawalnego. Przyrząd taki można łatwo zrobić z dużej butli o ścianach prostopadłych, której szyjkę zatykamy szczelnie korkiem, a całe dno ostrożnie odbijamy. Przymocowujemy ją następnie do żerdzi, poczem dolną, lejkowatą

¹⁾ later (łac.), kamień ceglany. ²⁾ Nazwa, używana przez ludność w dolinie górnego Renu.

część butli wypełniamy wodą i znaczymy, dokąd ona sięga (kreska *a*). Wysokość po deszczu słupa wody ponad tą kreską jest miarą wielkości opadu. Znając tę wysokość i powierzchnię okolicy, nawiedzonej przez deszcz, łatwo obliczymy w przybliżeniu całkowitą ilość wody, która podczas tego spadła na danym obszarze.

2) Dla zmierzenia ilości wody w jednym obfitym opadzie *śniegu* wystarczy szeroka rura blaszana, z jednej strony zamknięta. Drugim końcem wbijamy ją w śnieg tak, aby wypełnić wewnątrz rury do tej wysokości, jak gruba jest jego warstwa. Wysokość słupa wody, która zbierze się w rurze po stopieniu śniegu, jest i w tym wypadku mniej więcej miarą ilości opadu.

3) Weź kawałek świeżo odłupany z jakiejś skały, byle nie z samej powierzchni, zważ go, a następnie dokładnie *wysusz*. Co będzie oznaczał ubytek ciężaru?

4) Oznacz *pojemność względem wody* ziemi zwyczajnej, ogrodowej i piasku. W tym celu bierze się oznaczoną ilość wysuszonej ziemi, względnie piasku, i wypełnia się tem większe naczynie. Następnie wprowadza się na dno rurkę szklaną, zakończoną lejkiem, którym z wolna wlewa się drobne, dokładnie określone ilości wody tak długo, dopóki najwyższa warstwa nie okaże się zupełnie wilgotna. Ilość użytej wody przy tej samej objętości ziemi, piasku i t. p. jest miarą pojemności.

5) Do większej skrzynki z dnem podziurawionem wkładamy między dwie warstwy ziemi spory woreczek, wypełniony solą kuchenną. Jeżeli będziemy to polewali z wierzchu wodą, która otworami w dnie może swobodnie odpływać, wkrótce zobaczymy, jak na równej powierzchni górnej zaczyna się tworzyć *lejkowate zagłębienie*. Skutkiem czego? Z jakim zjawiskiem geologicznem można to porównać?

6) Oznacz w najbliższej okolicy warstwę wodną, dającą początek *źródłom*, i warstwę nieprzepuszczalną, na której się zbiera woda gruntowa.

7) Zrób to samo dla *studzien* w miejscu zamieszkania, przyczem określ, w jakiej głębokości pod powierzchnią znajduje się poziom wody gruntowej w rozmaitych punktach danej miejscowości.

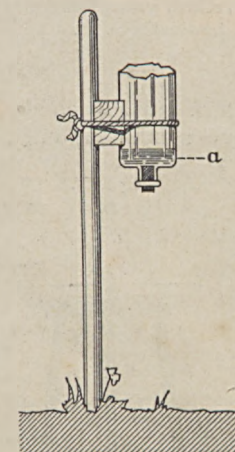
8) Staraj się zauważyć, o ile w studniach *zmienia się poziom wody* w czasie suszy, deszczu i t. p.

9) *Odparuj jeden litr wody źródlanej* i zważ osad, który pozostanie na dnie naczynia. Jeżeli w kwasie solnym osad ten rozpuszcza się, burząc się podczas tego, to tworzy go węglan wapnia, a woda, która zawiera jego więcej, niż zwykle, nazywa się twardą. Osad, który przy słabszem ogrzaniu brunatnieje, przy silniejszym spala się, jest złożony ze związków organicznych, które powodują szkodliwość wody.

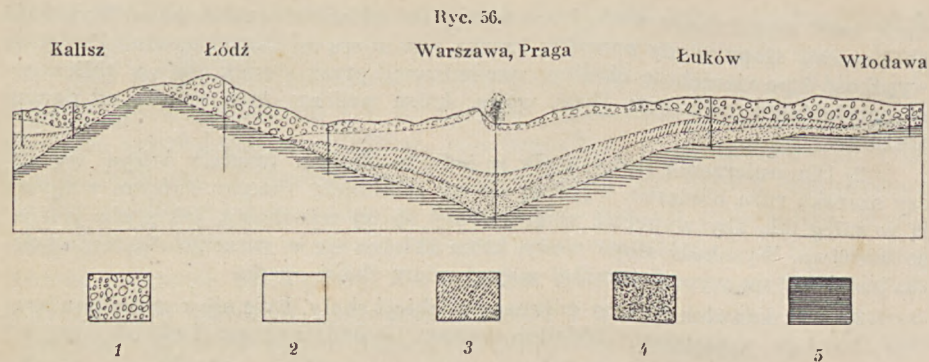
10) W tunelach, wiaduktach kolejowych i t. p. tworzą się często u stropu drobne *stalaktyty*; zbadaj sposób ich powstawania, czas wzrostu i t. p. Jeszcze lepiej nadają się do tego podziemne grotty, chociażby małych rozmiarów, jeżeli tylko znajdują się w pobliżu.

11) Gdzie brak źródeł naturalnych, tam kopiąc t. zw. *studnie artezyjskie*, otrzymują często sztuczne źródła wody, tryskającej obficie w górę. W miejscu takim pokłady tworzą jednak zawsze nieckowate zagłębienie, a warstwa wodna,

Ryc. 55.



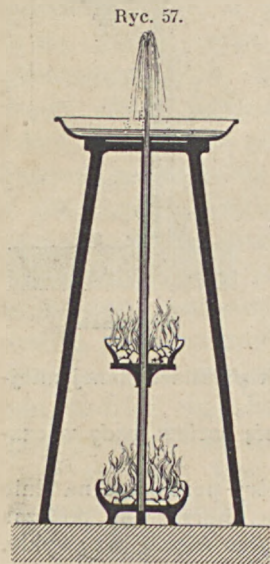
Ombrometr.



1 — gliny z głazami narzutowymi (dyluwium); 2 — iły pstre (trzeciorzędne); 3 — drobnoziarniste piaski z węglem brunatnym (trzeciorzędne); 4 — piaski zielone (z glaukonitem); 5 — margle górno-kredowe (t. zw. opoka).

Przekrój geologiczny przez „zagłębienie warszawskie“ z studniami artezyjskimi na Pradze. Według J. Lewińskiego. (2, 3 i 5 — utwory dla wody nieprzepuszczalne; 4 — warstwa z wodą artezyjską; linie pionowe oznaczają wiercenia.)

która musi wychodzić na powierzchnię wyżej, niż miejsce z studnią, powinna być zamknięta między dwiema warstwami nieprzepuszczalnymi dla wody (por. ryc. 56.). Wylómacz na podstawie fizyki, dlaczego w takim razie po przebicciu górnej warstwy nieprzepuszczalnej woda tryska do góry.



Sztuczny gejzer.

12) Zmierz temperaturę kilku źródeł okolicznych, porównaj ją z średnią temperaturą roczną tego miejsca i zbadaj, o ile zmienia się w rozmaitych porach.

13) Wypełniamy wodą rurę niegrubą, długą około 2 1/2 m i wspartą na odpowiednim trójnogu. Jeżeli będziemy ją ogrzewali w dwóch miejscach, u spodu i w wysokości około 1 m, to warstwę wody, znajdującą się w poziomie drugiego koszyka z węglami, łatwo doprowadzimy do temperatury wyższej niż 100° C. wobec ciśnienia słupa cieczy ponad tem miejscem (porównaj w fizyce związek między temperaturą wrzenia a ciśnieniem). Z chwilą wszakże, kiedy ta warstwa ogrzeje się do temperatury wrzenia, odpowiadającej danemu ciśnieniu, oczywiście zamieni się nagle w parę i wyrzuci słup wody, znajdującej się powyżej. W gejerach naturalnych, badając je, znaleziono również w głębi kanału wybuchowego wodę przegrzaną (o temperaturze wyższej niż 100° C.); por. ryc. 57.

O rozpadaniu się i wietrzeniu skał, tudzież o glebie rodzajnej i jej powstawaniu.

45. Powolne kruszenie się i rozkładanie skał i minerałów na powierzchni skutkiem działania wody, powietrza i t. d. nazywamy krótko procesem *wietrzenia*.

Zmiany temperatury i co za tem idzie, rozszerzanie się skał, ogrzewanych silnie za dnia i ich nagłe kurczenie się z nastaniem chłodnej nocy, a przede wszystkim woda, która, zamarzając w szczelinach i powiększając przytem znacznie swoją objętość, rozszerza je w ten sposób zwolna ale ustawicznie — to wszystko powoduje rozpada-

nie się skał nawet bardzo zwięzłych (*wietrzenie mechaniczne*). „Złomiska“ i „piargi“ na stokach gór, „stożki nasypowe“ u ich stóp tworzą się z materiału, który powstaje w ten sposób (por. ryc. 58. i 59.).



Zejście z Rysów w Tatrach z rumowiskiem skalnym, powstającym skutkiem wietrzenia. Według fotografii z natury.

Równocześnie im więcej skutkiem tego skała kruszy się, tem bardziej potęguje się oddziaływanie na nią chemiczne wody deszczowej, która zawsze zawiera nieco kw. węglowego i tlenu atmosferycznego, tudzież działanie samego powietrza. Skutkiem tego skała ulega na powierzchni rozkładowi; woda, która przenika ją, rozтворя w sobie część produktów tej przemiany, a reszta nierozpuszczalna pozostaje na miejscu (*wietrzenie chemiczne*). W tym procesie, powodowanym zarówno przez czynniki fizyczne, jak i chemiczne, odgrywają rolę niemałą rozmaite organizmy, zwłaszcza roślinne. I tak korzenie wszystkich roślin, wydzielając kwas węglowy, przyspieszają w ten sposób wietrzenie chemiczne w dużym stopniu; podobną jest rola porostów, mchów i t. p. na rozmaitych

Ryc. 59.



Widok tatrzański z okolicy Pięciu Stawów z potężnymi „stożkami nasypowymi” gruzu zwietrzałego. Według fotografii z natury.

Ryc. 60.



Widok z okolicy Tatarowa nad Prutem. Według fotografii z natury.

skalach, gdzie wnikają w najdelikatniejsze szczelinki. Jednak może jeszcze większe znaczenie mają pod tym względem rozmaite bakterie, które żyją w ziemi płytko pod powierzchnią w olbrzymiej ilości i produkują ciągle kwas węglowy, azotowy i inne podobne związki, działające bardzo energicznie na rozmaite skały i ich części składowe. Wreszcie nie można pominąć pracy pewnych zwierząt, przebywających pod ziemią, a zwłaszcza dżdżownic.

46. Ponieważ skały, wietrzejąc, zachowują się rozmaicie, jedne n. p. rozpadają się na większe bryły, inne z wolna kruszą się na po-

Ryc. 61



Skąły piaskowca bryłowego (jamneńskiego) w Uryczu w Stryjskiem. Według zdjęcia fotograficznego prof. Zuberera.

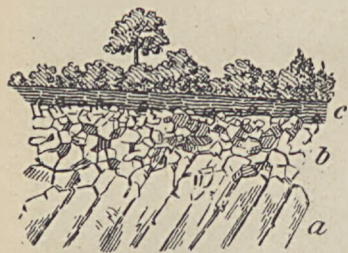
wierzchni, co zależy od ich zwięzłości, złożenia mineralicznego, budowy i t. d., przeto nic dziwnego, że i charakter krajobrazowy każdej okolicy pozostaje w związku z własnościami skał, które znajdują się tam na powierzchni, i z właściwymi im „formami wietrzenia”.

Wystarczy na dowód tego porównać granitowe lub wapienne szczyty Tatr (ryc. 59.) z połogimi grzbietami Beskidów, utworzonymi przez skały piaskowcowe (ryc. 60.). Przykładem charakterystycznego sposobu wietrzenia jest t. zw. „piaskowiec bryłowy albo jamneński” w Karpatach wschodniej Galicyi, który, wietrzejąc, rozpada się na wielkie bryły i tworzy w ten sposób malownicze skały i urwiska, n. p. koło Urycza w Stryjskiem (por. ryc. 61.). Głośny jest ze swoich form wietrzenia t. zw. „piaskowiec ciosowy” północnych Czech i przy-

ległej części Saksonii (Czeska i Saska Szwajcarya); malowniczością krajobrazową odznaczają się także wapienie okolicy Krakowa, tworzące Wawel, Skagę Kmity, t. zw. Maczugę Herkulesa w Pieskowej Skale lub też piękną dolinę Mnikowa i Ojcowską (ryc. 81. i 160.).

47. Proces wietrzenia wszystkich skał przebiega mniej więcej tak, jak to wyżej opisano, a ponieważ w ich skład wchodzi zwykle skalenie (wiele skał pierwotnych) lub cząstki wapnisto-ilaste i t. p., (jak n. p. w przeważnej ilości piaskowców), więc ostatecznym rezultatem tego jest wytwarzanie się przedewszystkiem rozmaitych glin, które, zmieszane z częściami piaszczystymi, wapnistymi i humusowymi (powstającymi z butwiejących resztek roślinnych), tworzą t. zw. glebę rodzajną (por. ryc. 62.).

Ryc. 62.



Wietrzenie skały na powierzchni i tworzenie się gleby. a — skała niezmienniona; b — skała zwietrzała; c — gleba.

Wielkie znaczenie dla ciągłego wytwarzania się gleby ma mechaniczne działanie wody opadów atmosferycznych. Polega ono na tem, że deszcze splukują w wielu miejscach powierzchnie warstwy gleby (oczywiście w innych miejscach osadzając to wszystko), przez co odsłaniają skałę, znajdującą się pod spodem, i poddają ją tem energiczniejszemu działaniu opadów atmosferycznych i powietrza. To „denudacyjne”¹⁾ działanie wody opadów jest najenergiczniejsze na zboczach wszelkich wzniesień, a objawia

się między innymi znanem powszechnie zjawiskiem, że w lasach, porastających stoki gór, widzimy zwykle drzewa z korzeniami obnażonymi. Dzieje się tak, albowiem wody deszczów, spływając na dół, splukują i unoszą z sobą cząstki gleby, odsłaniając w ten sposób z wolna coraz głębiej korzenie, które pierwotnie były warstwą ziemi przykryte.

48. Gleba jest więc — jak widzieliśmy — produktem wietrzenia i rozkładu skał, znajdujących się na powierzchni ziemi. Bez gleby nie mogłaby istnieć na ziemi vegetacja, gdyż służy ona roślinom nie tylko do przytwierdzenia się za pomocą korzeni, ale jest także dla nich jakby naturalnym zbiornikiem wody, koniecznym potrzebnej do życia, i zawiera te związki mineralne, które, powstając w znacznej części już podczas wietrzenia skał, są dla roślin koniecznym i niezbędnym pokarmem. Do ciał tego rodzaju należą połączenia żelaza, potasu, siarki, fosforu, wapnia i t. d. Żelazo wchodzi w skład tylu minerałów, że nie dziwnego, iż w postaci pewnych połączeń odnajdujemy je także i w roli, związki potasowe gleby powstają n. p. przy wietrzeniu skaleni potasowych (por. § 38.), fosforany z apatytu (por. § 49.), wapń jest wszędzie rozpowszechniony.

Nie wszystkie pokarmy czerpią jednak rośliny korzeniami z gleby. Węgiel, który odgrywa taką ważną rolę, jako składnik ciała roślin, pobierają one zielo-

¹⁾ denudo (łac.), obnażam.

nemi częściami swojemi z bezwodnika węglowego w atmosferze, a i azot, czerpany przy pomocy korzeni z ziemi w postaci azotanów, pochodzi również z atmosfery. W procesie wzbogacania gleby w azot atmosferyczny odgrywają rolę przeważną pewne bakterye, które przebywają w ziemi, a posiadają zdolność pobierania tego pierwiastka z powietrza. Niektóre z nich czynią to, żyjąc w spółce z roślinami wyższymi; są to bakterye, które tworzą t. zw. brodawki na korzeniach roślin motylkowych (stąd znaczenie wielu roślin z tej rodziny, gdyż użyte jako nawóz zielony dla roli, gdzie wyrosły, wzbogacają ją w połączenia azotowe). Azot, przyswojony z powietrza i przerobiony na ciało roślinne, tworzy w glebie po śmierci organizmów pewne związki, jak amoniak i t. p. które ulegają następnie zamianie przez inne bakterye na kwas azotowy i azolany; w ten sposób z kolei staje się on dostępnym dla wszystkich roślin. Na tej właśnie czynności wspomnianych bakteryi gleby, z których jedne pobierają azot atmosferyczny, inne następnie z tego azotu wytwarzają azolany, polega ich ważna rola dla człowieka i wogóle w przyrodzie (o znaczeniu bakteryi w procesie wietrzenia por. § 45.).

Gleba zawiera zawsze jeszcze pewną domieszkę części piaszczystych. Jeżeli jest ich za mało, wówczas przepuszcza trudno wodę rozmaitych opadów atmosferycznych, która gromadzi się w glebie, skutkiem czego roślinom grozi gnienie korzonków; w razie zaś, kiedy jest zbyt piaszczysta, łatwo wysycha, powodując, że w tych warunkach vegetacja musi obumierać na wypadek posuchy.

Taka gleba, która zawiera wiele części gliniastych, nazywa się ciężką, gleba piaszczysta nosi nazwę lekkiej. Szczególnym rodzajem gleby jest czarnoziem, odznaczający się wielkim bogactwem organicznych połączeń, zwanych humusami, które powstają z butwienia rozmaitych części roślinnych.

Uprawiamy glebę, orząc i kopiąc, aby ją rozpułchnić i ułatwić w ten sposób zakorzenianie się roślin, a z drugiej strony umożliwić łatwy dostęp do jej głębszych części powietrza atmosferycznemu; uprawia się ją także n. p. zlewaniem grządek w czasie posuchy, ale przedewszystkiem nawożąc rolę, celem dostarczenia jej tych związków, których potrzebuje. I tak nawożąc glebę obornikiem, udzielamy jej połączeń azotowych, przez nawożenie mineralnymi solami potasowymi dodajemy potasu, apatyt jest wybornym mineralnym nawozem, który wzbogaca glebę w fosfor, podobnie jak mączka kościana, a saletra sodowa dostarcza glebie azotu, jak obornik.

O tych dwóch ostatnich minerałach pomówimy z kolei obecnie.

Fosforany i azotany.

49. Apatyt¹⁾ (T. = 5; c. w. = 3·16—3·2). Jest to fosforan wapnia, zawierający fluor (F) i chlor (Cl), chemicznie połączone. Krystalizuje się w ukł. heksagonalnym, ryc. 63. Czasem bezbarwny i wodoodporny, zazwyczaj jest zielonawy lub inaczej zabarwiony i nieprzezroczysty; połysk ma zwykle tłusty.

Prażródłem apatytytu w litosferze są przedewszystkiem skały wzbuchowe, w których skład wchodzi jako bardzo rozpowszechniony składnik dodatkowy, zazwyczaj w kryształach mikroskopijnie drobnych. Woda, przesiąkająca owe skały, rozpuszcza fosforan wapnia, unosi dalej i osadza w spotkanych próżniach lub t. p. w rozmaitej postaci.

¹⁾ apatáo (gr.), oszukuję, mylą, ponieważ dawniej mieniano go z fluorytem.

Ponieważ apatyt jest jedynym źródłem, z którego pochodzi fosfor, znajdujący się w glebie rodzajnej, a pierwiastek ten jest niezbędnym i koniecznym składnikiem ciała zarówno roślin, jak i zwierząt, więc jest jasnym, jak wielką rolę apatyty w przyrodzie. Fosfor, który wraca napowrót do ziemi, częścią dopiero po śmierci organizmów, n. p. z kośćmi kregowców, zawierającymi bardzo wiele fosforanu wapnia, częścią już za ich życia, n. p. z odchodami, bierze w ten sposób bardzo znaczny udział w ciągłym krążeniu materii między światem organicznym i mineralnym. Powróciwszy do ziemi, może on w korzystnych warunkach znowu utworzyć całe pokłady fosforanu wapniowego, n. p. fosforytu.

Pokłady fosforanu wapnia, eksploatowane jako t. zw. „sombreyt” na niektórych wyspach koło wybrzeży peruwiańskich, są tego przykładem. Na wapiennych skałach, tworzących wybrzeża owych wysp, żyje od tysięcy lat olbrzymie mnóstwo ptaków morskich, których odchody, bogate w kwas fosforowy, nagromadziły się tam w znacznej ilości jako ptasie „guano”. Deszcze wypłukują kwas fosforowy, ten zaś, wsiąkając w wapienne podłoże, przemienia je w fosforan wapniowy, który w ten sposób powstaje tam w całych pokładach i w takiej ilości, że jest przedmiotem eksploatacji, służąc następnie jako wyborny nawóz.

Turkus, pięknie modrawo-zielony, jest wodnym fosforanem glinowym z pewną ilością miedzi i żelaza. Piękne turkusy pochodzą przede wszystkim z Persyi.

Saletra sodowa (chilijska, nitratyn) jest azotanem sodowym (NaNO_3). Rombościenne kryształy jej, jak kalcytu; znajduje się wszakże najczęściej w masach ziarnistych, tworząc pokłady grube jeden metr i więcej. Dostarcza saletry głównie połudn. Peru, gdzie jest dożywana w okolicy Tarapaka na znacznej przestrzeni; towarzyszy jej sól kamienna i gips, tudzież obfite resztki morskich zwierząt. Wielka rzadkość deszczów szczególnie sprzyja tam znajdowaniu się pokładów tego bardzo łatwo rozpuszczalnego minerału. Saletra chilijska jest wybornym nawozem mineralnym, który dostarcza glebie azotu.

Doświadczenia i zadania.

- 1) Wytłómacz, dla jakich względów praktycznych pomniki granitowe i t. p. mają zazwyczaj powierzchnię polerowaną.
- 2) Wystaw na działanie powietrza w ciągu zimy kilkanaście próbek rozmaitych skał i określ, w jakim stopniu ulegają *wieltrzeniu mechanicznemu*.
- 3) Porównaj dwa pomniki granitowe, nowy i stojący na powietrzu dłuższy przeciąg czasu. O ile różni się ich powierzchnia?
- 4) Doniezkę z wielkim otworem na dnie, w której znajduje się jakaś roślina, trzymaj przez pewien czas na płycie marmurowej. Po paru miesiącach, zdjawszy doniezkę, zauważysz na marmurze dokładny jakby odcisk wszystkich korzeni, które otworem wyszły na zewnątrz. Wytłómacz to zjawisko.
- 5) Weź z łaki funt siana, spal je i zważ całą ilość popiołu, która pozostała. Oblicz na tej podstawie, ile części mineralnych, zawartych w tym popiele, trawa pobrała z gleby na powierzchni n. p. 100 m².
- 6) Weź łyżkę zwykłej ziemi ogrodowej i pół litra wody dobrze i długo przegotowanej. Zakłóć to razem i zmieszaj z przedczonym, świeżo zgotowanym bulionem, również w ilości pół litra, jako pokarmem dla bakterii gleby. Następnie mieszaninę rozlej w dwie flaszki, zakorkuj je dokładnie watą, i jedną z nich gotuj całą godzinę, aby zabić wszelkie bakterie, poczem obie postaw w miejscu ciemnym a ciepłym. Ta ciecz w butelce, która się na końcu nie przegotowała,

Ryc. 63.



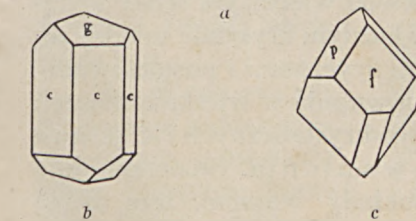
Kryształ apatyty. M: ∞P; A: P; p: ∞P.

już po 24 godzinach zmętnieje, wydając przykrą woń, właściwą ciałom gnijącym (wytwarza się siarkowodor i inne gazy). Ciecz w drugiej butelce pozostanie czysta i dopiero po dłuższym przeciągu czasu znacznie zwołna mętnieć. (Temperatura 100° C. zabija zwykle bakterie, a niezawsze ich zarodniki.) Daj objaśnienie całego doświadczenia i wytłómacz, czego ono dowodzi.

7) Określ, jakie rodzaje gleby znajdują się w najbliższej okolicy. (Gleba ilasta, piaszczysta, wapienista, marglowata, czarnoziem, less, piaski, żwirowiska i t. p.)

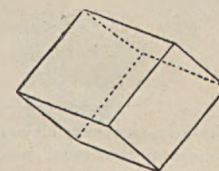
Węglany.

50. Kalcyt¹⁾ albo wapień (T. = 3, c. w. = 2,6—2,8) jest węglanem wapnia. Krystalizuje się w ukł. heksagonalnym, bardzo często w rombościanach (por. § 25.) mniej lub więcej przezroczystych, bezbarwnych, białawych lub zabarwionych żółtawo, czerwawo i t. p. Często są także kombinacje słupa sześciobocznego z rombościanem (ryc. 64. b), lub dwu rombościanów — ujemnego i dodatniego (ryc. 64. c).



Kryształy kalcytu. g: rombościan tępy — 1/2 R; c: ∞P (∞R); f: rombościan ostry — 2 R; p: rombościan zasadniczy (łupliwości kalcytu) — R.

Ryc. 65.



doskonałą według ścian R (rombościanu) na ryc. 65. Z kwasami kalcyt łatwo rozkłada się i burzy, wydzielając bezwodnik kw. węglowego.

Uwaga. Jeżeli potrzymamy przez rombościan kalcytu średniej grubości na szereg liter, to każdą z nich widzimy podwójnie (porównaj ryc. 66.), skutkiem rozszczepiania się wszystkich promieni światła, przechodzą-

Ryc. 66.



Wytłupany kawałek spatu islandzkiego podwójnie załamujący światło.

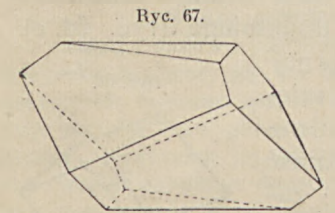
¹⁾ calx (łac.), wapień.

cych do naszego oka przez kryształ, na dwa promienie. Zjawisko to nazywamy *podwójnym załamaniem się* promieni świetlnych.

Gdybyśmy jednak ścięli w rombościanie kalcytu oba naroża wierzchołkowe (por. ryc. 67.), przez które przechodzi oś główna, i oglądali napis przez te nowe ściany, to zobaczylibyśmy każdą literę pojedynczo.

Wszystkie kryształy, z wyjątkiem należących do układu równoosiowego, załamują światło podwójnie; minerały równoosiowe i bezpostaciowe nie okazują tej zdolności. Kryształy ukł. kwadratowego i heksagonalnego nie załamują jednak światła podwójnie w kierunku osi głównej, jak to widzimy właśnie na kalcycie, kryształy zaś rombowe, jednoskośne i trójskośne posiadają nawet dwa takie kierunki, w których nie rozszczepiają promieni świetlnych: kierunki te nazywamy *osiami optycznymi*. Jak widzimy więc, można wnosić w przybliżeniu o układzie krystalograficznym danego kryształu już z jego zdolności podwójnego załamania światła. Jeszcze bliższe wskazówki daje pod tym względem badanie w t. zw.

szczypczykach turmalinowych (por. § 36.). Jest to jeden dowód więcej, jak ścisły związek zachodzi w każdym kryształe między jego własnościami fizycznymi i postaciami.



Rombościan zasadniczy (R) kalcytu z ściętymi narożami wierzchołkowymi.

51. Węglan wapnia w wielkich masach zbitych, ziarnisto-kryształicznych i t. p. nosi ogólną nazwę wapienia. Gdzie znajdują się większe pokłady wapieni, tam dzięki rozpuszczającemu działaniu wody, zawierającej kwas węglowy (CO₂), która przenika skały skorupy ziemskiej, tworzą się łatwo podziemne groty, tak pospolite n. p. w wapiennych pokładach Krasu, w ziemi krakowskiej (Ojców) i t. d.

Woda rzek i strumieni zawiera zawsze, tak jak wody źródlane, pewną ilość rozpuszczonego wapienia, który unosi z sobą do morza. Ren dostarcza w ten sposób w ciągu roku morzu Niemieckiemu tyle węglanu wapnia, że — jak obliczono — mogłoby z niego powstać nie mniej, jak 332.000.000.000 skorup ostryg. To też woda morska, jakkolwiek ma zaledwie 0,004% rozpuszczonego wapienia, zawiera ogółem olbrzymią jego ilość wobec ogromnych rozmiarów mórz i ich głębokości. Zasób ten wszakże nie zwiększa się, mimo, że rzeki unoszą coraz nowe ilości tego ciała; mnóstwo bowiem zwierząt, żyjących w morzu, przerabia sole wapniowe, rozpuszczone w wodzie morskiej, na swoje wapienne skorupki lub części szkieletowe. Czynią to rozmaite mięczaki, kręgowce, ale przede wszystkim zasługują z tego względu na uwagę otwornice i koralce, którym zawdzięczają swoje powstanie prawie wszystkie skały i pokłady wapienne.

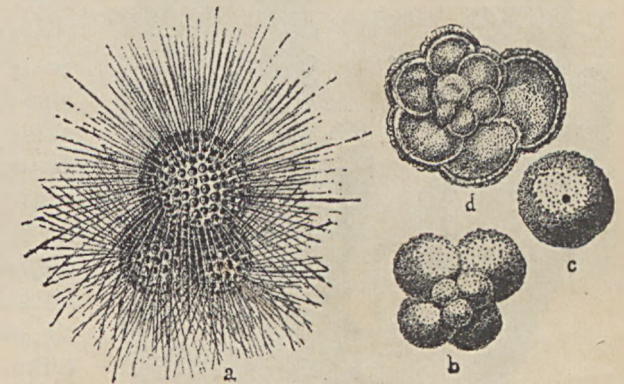
O tworzeniu się skał wapiennych i rozmaitych wapieniach.

52. Otwornice są to mikroskopijnie drobne zwierzątka z typu pierwotniaków, które żyją w morzu, po części unosząc się swobodnie jako formy „pelagiczne”. Przedstawiają się w postaci kropli śluzowatej materii, zwanej protoplazmą, a budują sobie wapienne skorupki, częstokroć bardzo misterne (por. ryc. 68.), które gromadzą się na dnie, skoro zwierzę zginie. W ten sposób z gatunków pelagicznych powstają w głębinach oceanu pokłady *otwornicowego mułu wapiennego (muł globigerynowy)* na bardzo znacznych przestrzeniach. Grubość takiego osadu może wynosić kilkaset metrów i więcej, ponieważ otwornice mnożą się bardzo szybko, a osadzanie się ich skorupki na dnie morza trwa nieraz zapewne nie tyśiące, ale setki tysięcy lat i więcej. W tych długich okresach czasu ów muł twardnieje i wreszcie tworzy skałę wapienną.

53. Wapienie zawdzięczają jednak często swoje powstanie także pewnym koralom, które, skupione w całych koloniach, budują dla siebie rodzaj wapiennego rusztowania, t. zw. koralową, postaci krzaczkowatej (Madrepora) lub t. p. (por. ryc. 69.). Żyją one w strefie tropikalnej, tworząc tam w morzach wzdłuż wybrzeży całe darnie i jakby zarośla podwodne. Fale morskie podczas najniższego stanu wody często nie mogą ich nawet pokryć całkowicie, kruszą więc, zwłaszcza w czasie burz, owe krzaczkowate wapienne, a odłamkami tymi i częściami rozmaitych muszli wypełniają się zwolna puste miejsca między rosnącymi na dnie koralami. W ten sposób powstaje zbita masa wapienna, tworząca *rafy koralowe*.

Ponieważ madrepery i pokrewne koralce żyją co najwyżej 30 m pod powierzchnią morza, oczywiście rafy nie powinny sięgać znaczniejszej głębokości. Tymczasem w Oceanie Spokojnym opadają one czasem stromo do 1.000 m pod powierzchnię morza, mimo, że w takiej głębokości koralce nie mogą żyć i rozwijać się. Bliższe przypa-

Ryc. 68.

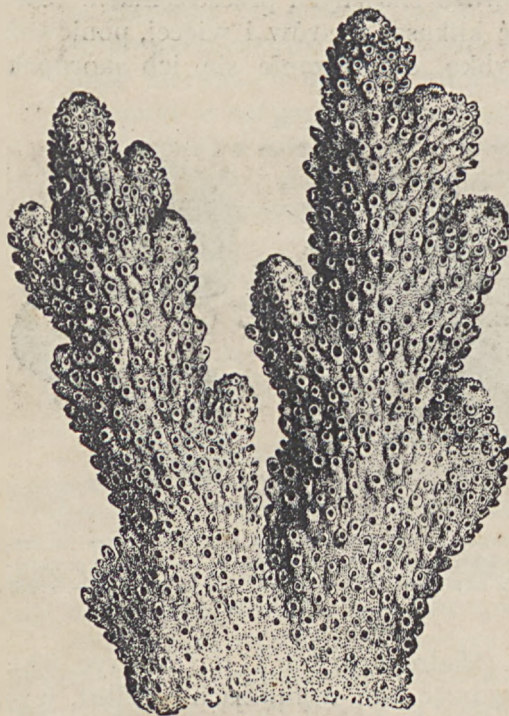


Kilka otwornic z wapiennego szlamu głębin morskich (w znacznym powiększeniu). a i b — Globigerina bulloides, z powierzchni (a) i z dna oceanu (b); c — Orbulina universa; d — Pulvinulina Menardi.

trzenie się temu zjawisku nasuwa wszakże hipotezę, która tłumaczy je w całości.

Przedewszystkiem uderza każdego postać raf koralowych, zwanych *atolami*. Są to wyspy pierścieniowate, słabo wznoszące się ponad poziom morza i z laguną wody morskiej pośrodku (por. ryc. 70. a). Często pierścień jest przerwany, a zamiast niego widzimy cały szereg w obręcz ustawionych wysepek. Szczególny kształt raf tego rodzaju przemawia za przypuszczeniem, że powstały one początkowo jako utwór przybrzeżny dokoła jakiejś wyspy, która dawniej wznosiła się w tem miejscu z dna morskiego.

Ryc. 69.



Krzaczek madreporowy.

Za tem idzie jednak dalszy wniosek, że wogóle wszystkie rafy i wyspy koralowe, które wnoszą się z bardzo znacznej głębokości, powstały skutkiem zapadania się dna oceanu.

Ostateczne wynurzenie się rafy z morza jest następstwem gromadzenia na niej przez fale morskie okruchów wapiennych i t. p. części. Z czasem wytwarza się na jej powierzchni gleba urodzajna, którą wnet pokrywa wegetacja z nasion przyniesionych przez fale, a wreszcie wyspę zaludniają ludzie, zagnani tam nieraz przypadkiem, n. p. burzą.

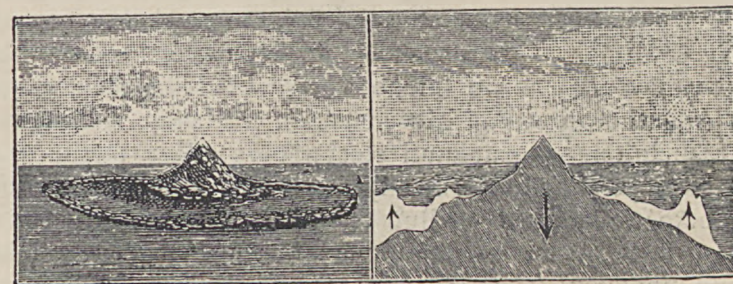
Ryc. 70. b przedstawia właśnie ten okres w tworzeniu się atolu, a zniknięcie wyspy i znaczna grubość rafy naprowadzają na dwie przyczyny działające w tym wypadku: z jednej strony zapadanie się dna morskiego — naturalnie w bardzo powolnem tempie i w ciągu czasu, który należy obliczać na setki tysięcy lat — z drugiej strony ciągle wzrastanie koralu ku górze, gdyż mogą się one utrzymać i rozwijać tylko w nieznacznej głębokości (por. ryc. 70. c, gdzie strzałki przeciwnie skierowane wskazują zapadanie się pierwotnej wyspy, zaznaczonej ciemnem kreskowaniem, tudzież równoczesne narastanie ku górze rafy, która na rysunku pozostaje białą). Za

54. Niekiedy powstają wapienie z nagromadzonych w wielkiej ilości *muszli mięczaków* lub z innych wapiennych resztek zwierzęcych. Innym razem mogą im dać początek glony morskie z ciałem mocno zwapniałem, zwane *litotamniami*, które mają zazwyczaj postać krzaczkową i porastają gdzie indziej wzdłuż wybrzeży dna płytkiego morza na znacznej przestrzeni (por. ryc. 71). Wreszcie wyjątkowo znane są także *wapienie pochodzenia nieorganicznego*. Mogą one powstawać jako osad źródła wody wapiennej lub

Ryc. 70.



a



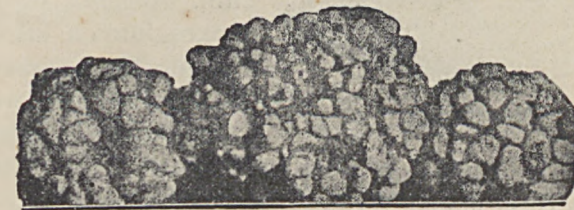
b

c

Atol. b i c — tworzenie się atolu; c — daje przekrój pierwotnej wyspy i znajdującej się dokoła rafy koralowej.

z węglanu wapnia, który rzeki, płynące przez pokłady wapieni, unoszą z sobą do jezior bez odpływu lub do zatok morskich, trudno odświeżanych wodą morza otwartego. Takiego pochodzenia są rozmaite słodkowodne wapienie, w których znajdujemy przechowane skorupy rozmaitych mięczaków wód słodkich; podobnym osadem morskim pośród lagun koralowych jest wapień litograficzny w Solenhofen w Bawaryi.

Ryc. 71.



Krzaczki litotamniovye. Według Potoniego.

55. Tak więc z gromadzących się w ciągu tysięcy lat wapiennych skorupki otwornice, a gdzie indziej dzięki koralom lub pewnym glonom morskim i t. d. powstają ciągle — przedewszystkiem na dnie

mórz — olbrzymie pokłady i rafy wapienne. Co dzisiaj widzimy, działa się i w ubiegłych okresach dziejów ziemi, ale w miejscu, gdzie dawniej wytwarzały się osady tego rodzaju na dnie morza, obecnie znajdujemy często ład stały i dopiero na nim pokłady i góry wapienne, które są dziełem życia milionów pokoleń drobnych i niepozornych organizmów morskich. Rzeki, przerywając skały tego rodzaju, rozpuszczają wapien i unoszą go wraz z innymi solami znowu

Ryc. 72.

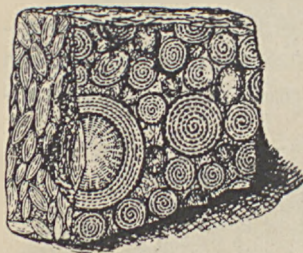


Skorupki otwornic z kredy (50 razy powiększone.)

do morza, gdzie służy on nowym pokoleniom zwierząt i roślin, zwłaszcza otwornicom i koralom, jako materiał, z którego tworzą się na dnie oceanu świeże pokłady wapienne.

56. Rozróżniamy rozmaite wapienie. I tak wapienie miękkie, łatwo rozcieralne, barwy mniej więcej białej, które składają się przeważnie z licznych skorupek drobnych otwornic

Ryc. 73.



Wapień numulitowy.

(por. ryc. 72.), noszą miano *kredy*. Gdziekolwiek, n. p. w Tatrach u wejścia do doliny Kościeliskiej, widzimy znowu szare wapienie, przepięknie skorupkami stosunkowo olbrzymich, dzisiaj już nieistniejących otwornic, zwanych numulitami, które dochodziły niekiedy wielkości halerza (według Górali są to skamieniałe ziarna zboża, za karę ludziom w kamień przemienione); wapienie takie nazywamy *numulitowymi* (ryc. 73.). Inne wapienie, które są złożone przeważnie z koralami i ich okrucami, noszą nazwę *koralowych*, utworzone zaś głównie przez nagromadzone muszle mięczaków, nazywają się *muszlowymi*. Wreszcie zasługuje na uwagę odmiana pospolita na Podolu, koło Lwowa i na pld. od wyżyny Kielecko-Sandomierskiej, nosząca nazwę *wapienia litotamniowego*; wietrzejąc na powierzchni, rozpada się ona na mnóstwo bryłek zaokrąglonych lub krzaczkowatych, które są właśnie litotamniami (por. ryc. 71.).

Jednak nie we wszystkich wapieniach, które powstały dzięki pewnym organizmom,

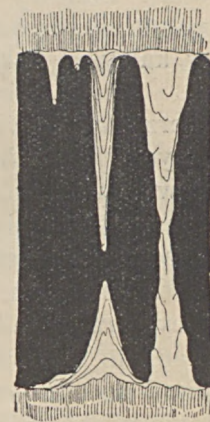
do morza, gdzie służy on nowym pokoleniom zwierząt i roślin, zwłaszcza otwornicom i koralom, jako materiał, z którego tworzą się na dnie oceanu świeże pokłady wapienne.

56. Rozróżniamy rozmaite wapienie. I tak wapienie miękkie, łatwo rozcieralne, barwy mniej więcej białej, które składają się przeważnie z licznych skorupek drobnych otwornic

wapienie zbite, ładnie zabarwione, które dają się polerować, przyjmując piękny połysk. Wapienie zbite z dużą domieszką części ilastych, skutkiem tego miękkie i kruche, są to t. zw. *marginale*.

Wiemy wszakże, że w pewnych wyjątkowych przypadkach mogą powstawać wapienie jako osady chemiczne w zamkniętych lagunach i tej okoliczności w znacznej części zawdzięcza swą niezwykłą jednorodność *wapień litograficzny* w Solenhofen. Wody źródlane, które często zawierają rozpuszczony w większej ilości węglan wapniowy (por. § 41.), nieraz osadzają go w znacznej ilości, w ten sposób tworząc porowate i gąbczaste osady, zwane *marlicami wapiennymi* i *trawertynami*; znajdują się w nich nieraz skorupki ślimaków i odciski liści drzew jeszcze dzisiaj żyjących. Wewnątrz znowu podziemnych grot i jaskiń wapiennych woda, która przenika do środka szczelinami w stropie, rozpuściwszy po drodze węglan wapnia, osadza go w postaci t. zw. *wapienia naciekowego*, tworząc zwieszające się sopłowato z góry wapienne „stalaktyty“ i odpowiadające im, a wznoszące się do góry „stalagmity“ (por. ryc. 74.). Woda wreszcie, która przenika skały, osadza nieraz w spotkanych szczelinach i próżniach piękne, narosłe kryształy kalcytu, tem łatwiej, jeżeli szczeliny znajdują się wśród skały wapiennej lub zawierającej węglan wapnia albo skalenie wapniowe (anortyt, labrador). W ten sposób powstały powszechnie znane, bezbarwne i najdoskonalej przezroczyste rombościany *spatu islandzkiego* wśród skały bazaltowej. W szczelinach skał wapiennych koło Lwowa i Krakowa zdarza się krystaliczny wapień pręcikowy, żółto zabarwiony, zwany *miodowcem*.

Ryc. 74.



Stalaktyty i stalagmity; po prawej stronie powstał słup naciekowy skutkiem zrośnięcia się stalaktytu ze stalagmitem.

Węglany równopostaciowe z kalcytem.

57. Syderyt¹⁾ (T. = 35—45, c. w. = 37—39) jest węglanem żelaza, FeCO₃, a skutkiem znacznej zawartości tego metalu, cennym jego kruszczem. Krystalizuje się jak kalcyt i taką samą ma łupliwość. Barwy zazwyczaj żółtawej, brunatnej i t. p.

Smitsonit²⁾, węglan cynku (ZnCO₃) i cenny kruszec tego metalu, tak samo nie różni się krystalizacją i łupliwością od kalcytu i syderytu, jest zatem — jak mówimy — równopostaciowy

¹⁾ sideros (gr.), żelazo. ²⁾ Od angielskiego chemika Smithsona, który pierwszy wykonał w r. 1803. dokładną analizę tego minerału.

z tymi minerałami. Kryształy zazwyczaj drobne i niewyraźne, bezbarwne, żółtawe lub brunatne. Wreszcie i

Dolomit¹⁾, połączenie dwóch równopostaciowych węglanów, CaCO_3 i MgCO_3 [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, węglan wapniowo-magnezowy], krystalizuje się również, jak kalcyt (właściwie rombościany dolomitu należą do innej klasy układu heksagonalnego i dlatego minerał ten, ściśle biorąc, nie jest równopostaciowy z kalcytem, sydereytem i smitsonitem). Białawy lub żółtawy, rzadko znajduje się w kryształach zupełnie przezroczystych. Także i łupliwość ma rombościenną, jak w kalcyecie. Z kwasami na zimno nie burzy się.

Jest to minerał ważny z tego względu, że znajduje się wcale nierzadko w wielkich masach o złożeniu krystalicznie-ziarnistym (zazwyczaj z bardzo drobnym ziarnem) lub też w odmianach zbitych i tworzy naówczas całe pokłady, skały i łańcuchy górskie. W jaki sposób powstały te olbrzymie nieraz pokłady dolomitów, nie jest jeszcze dokładnie wyjaśnione. Niektórzy przypuszczają, że są to pokłady pierwotne wapieni, które przez nieznaną bliżej proces dolomityzacji przemieniły się w skały dolomitowe. Zresztą od czystych wapieni do dolomitów istnieje cały szereg skał przejściowych — wapieni dolomitycznych, dolomitów wapnistych i t. p. Skały dolomitowe odznaczają się często niezwykłą malowniczością, jak n. p. Alpy Dolomitowe w Tyrolu.

Uwaga. Kalcyt, sydereyt, smitsonit, odznaczając się wielkim podobieństwem złożenia chemicznego ($\text{Ca}^{\text{II}}\text{CO}_3$, $\text{Fe}^{\text{II}}\text{CO}_3$, $\text{Zn}^{\text{II}}\text{CO}_3$, por. „Wiadom. z chemii“, str. 41.), także krystalizują się w takich samych postaciach, a prócz tego okazują łupliwość identyczną, według ścian rombościanu o rozwartości krawędziowej, wynoszącej około 73° — 75° . Zjawisko to nazywa się *równopostaciowością* albo *izomorfizmem*²⁾ i pozostaje w oczywistym związku z identyczną budową drobin (cząsteczek) ciał równopostaciowych, dowodząc tem łączności, jaka zachodzi także między własnościami chemicznymi i postaciami kryształów.

Jeżeli z roztworu, który zawiera kilka izomorficznych połączeń, powstaje kryształ, wówczas mogą wejść w skład jego wszystkie owe równopostaciowe związki, tworząc ciało o wejrzeniu zupełnie jednorodnym. Bardzo wiele minerałów o zawiłem złożeniu chemicznym, n. p. labrador i inne pokrewne plagioklasy, augit, amfibol, turmalin, granat, należy uważać za takie mieszaniny krzemianów równopostaciowych, za czem przemawia między innymi i zmienność ich złożenia chemicznego. Labrador jest n. p. mieszaniną dwóch krzemianów izomorficznych: krzemianu glinowo-sodowego czyli albitowego i glinowo-wapniowego czyli anortytowego — w stosunku dosyć zmiennym.

¹⁾ G. de Dolomieu, profesor mineralogii w Paryżu (1750—1802). ²⁾ isos (gr.), równy; morphé (gr.), postać.

Inne węglany.

58. Aragonit¹⁾ (T. = 3·5—4, c. w. = 2·9—3) jest, jak kalcyt, węglanem wapnia (CaCO_3), krystalizuje się jednak zupełnie odmiennie, bo w ukł. rombowym (por. ryc. 75. a), często w bliźniakach kształtu słupów sześciobocznych, skutkiem zrośnięcia się trzech osobników (ryc. 75. b). Co do wielu innych własności zbliża się w stopniu wysokim do kalcytu.

Jak z wody zwyczajnej, która zawiera rozpuszczony CaCO_3 , osadza się łatwo wapień, tak w wodzie cieplej, o temperaturze wyższej niż 30°C ., powstaje w takim razie aragonit. Stąd pojawianie się w przyrodzie aragonitu jest związane w wielu wypadkach ze źródłami gorącymi (Karlsbad).

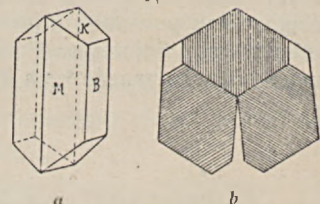
Uwaga. Jeżeli porównamy aragonit i kalcyt, uderzy nas, że minerały te, zresztą bardzo podobne, krystalizują się zupełnie odmiennie, jakkolwiek posiadają takie same złożenie chemiczne. Nazywamy to *różnopostaciowością* albo *heteromorfizmem*²⁾, a tłumaczymy odmiennym ciężarem drobinowym (cząsteczkowym) obu ciał. Wzór bowiem CaCO_3 dla kalcytu i dla aragonitu — tak jak wogóle wzory chemiczne dla bardzo wielu minerałów — oznacza, że w drobinie ich na każdy atom wapnia przypada jeden atom węgla i trzy atomy tlenu, określa zatem stosunek ilości rozmaitych atomów jednej cząsteczki, ale nie ciężar drobinowy. Odmiennie własności postaciowe i t. p. obu minerałów wskazują na to, że różnią się one właśnie tym ciężarem, i dla drobin kalcytu przyjmuje się 3CaCO_3 , a dla aragonitu 4CaCO_3 .

Malachit³⁾ jest wodnym węglanem miedzi; rzadko skryształizowany (w ukł. jednoskośnym), zazwyczaj znajduje się tylko w krystalicznych masach, często w postaci nerkowej i o złożeniu włóknisto-promienistym, lub w masach zbitych. Odznacza się świetną barwą zieloną, a ponieważ daje się dosyć łatwo obrabiać i przyjmuje ładny połysk, bywa używany do wyrobu ozdobnych przedmiotów. Towarzyszy bardzo często rozmaitym kruszczom miedzi, będąc produktem ich rozkładu, a pseudomorfozy malachitu po tych minerałach i po miedzi rodzimej nie należą do rzadkości.

Azuryt⁴⁾, barwy pięknie ciemno-niebieskiej, krystalizuje się także jednoskośnie. Towarzyszy zazwyczaj malachitowi, od którego różni się tylko nieznacznie swym złożeniem chemicznym; znajduje się zazwyczaj razem z malachitem.

¹⁾ Od Aragonii, prowincji hiszpańskiej. ²⁾ heteros (gr.), różny, odmienny; morphé j. w. ³⁾ maláche (gr.), malwa. ⁴⁾ (l')azur (franc.), błękit nieba.

Ryc. 75.



a) Kryształ aragonitu. M: ∞P ; K: $P\infty$; B: $\infty P\infty$. b) Bliźniak z trzech zrośniętych z sobą osobników w przekroju poziomym.

Doświadczenia i ćwiczenia.

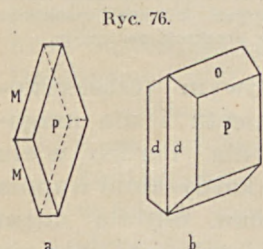
1) Sporządź szlify z rozmaitych wapieni zbitych i rozpatrz je pod mikroskopem. W jednych mogą się znaleźć w ogromnej ilości otwornice, w innych korale i t. p.

2) Jeżeli drobne kawałki marglu, zbitego wapienia lub t. p. pokruszymy i wystawimy przez dłuższy przeciąg czasu na działanie mrozu, polewając je od czasu do czasu wodą, to rozpadną się wreszcie zupełnie, tworząc masę jednostajną. Weźmy wtedy delikatny a mocny muślin i masę tę *przeszlamiujmy* w nim starannie przy pomocy wody. To, co pozostanie na muślinie, należy rozpatrzeć pod mikroskopem (mogą się znaleźć całe skorupki otwornice i t. p.).

3) Bierzemy roztwór zwyczajnego ałunu bezbarwnego i ałunu chromowego i sporządzamy kilka mieszanin z obu roztworów w rozmaitych stosunkach, zostawiając je potem w miejscu spokojnym do odparowania. Po pewnym przeciągu czasu powstaną *kryształy w mieszaninie każdej*, jedne więcej, drugie mniej intensywnie fioletowe. Porównaj zad. 1., str. 9., tudzież uwagę w § 58. i wytłómacz różnobarwność tych kryształów.

Siarczany.

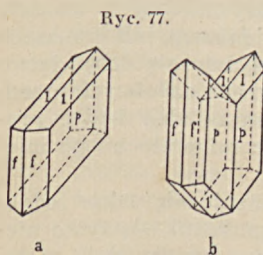
59. **Baryt**¹⁾ (T. = 3—3,5, c. w. = 4,3—4,7) jest siarczanem baru ($BaSO_4$); krystalizuje się w ukł. rombowym (por. ryc. 76.). Jest zwykle bezbarwny, biały lub żółtawy i t. p. Łupliwość doskonała równoległe do $\infty P \infty$. C. w. stosunkowo znaczny i sład nazwa. Barwi płomień lampki spirytusowej na zielono.



Ryc. 76.
Kryształy barytu.
a) P: $\infty P \infty$; M: $P \infty$;
b) d: ∞P ; P: $\infty P \infty$; o: $P \infty$.

Kryształy barytu, osadzone przez wodę w szczelinach, towarzyszą często kruszcom rozmaitych metali, zawierającym siarkę, tudzież samej siarce rodzimej. Mineral ten znajduje się także w masach zbitych i t. p.

Gips (T. = 1,5—2, c. w. 2,2—2,4). Jest to dwuwodny siarczan wapnia ($CaSO_4 + 2H_2O$). Krystalizuje się w ukł. jednoskośnym (ryc. 77), często w bliźniakach, których ścianą bliźniaczą jest $\infty P \infty$ (ryc. 77. b). Bezbarwny, biały lub żółtawy, znajduje się nieraz w kryształach zupełnie przezroczystych; na ścianach $\infty P \infty$ posiada połysk perłowy, łupliwość doskonała według ścian $\infty P \infty$. Rozpuszcza się w wodzie stosunkowo dosyć łatwo.



Ryc. 77.
Kryształy gipsu (b bliźniak).
f: ∞P ; l: P; p: $\infty P \infty$.

Anhydryt²⁾ jest siarczanem wapnia ($CaSO_4$), który różni się od gipsu brakiem wody, zupełnie odmienną postacią kryształów ukł. rombowego, wreszcie nieco większą twardością i ciężarem właściwym.

Minerał ten osadza się z $CaSO_4$ w nasyconym roztworze wodnym soli o temperaturze 35° C., a więc możliwie przy tworzeniu się złóż solnych, przemienia się jednak później bardzo łatwo w gips w odpowiednich warunkach. To też nie dziwnego, że oba minerały często towarzyszą sobie, a całe pokłady anhydrytu,

w towarzystwie gipsu i soli, są zwykłym zjawiskiem. U nas w Bochni i Wieliczce znajduje się nieraz w postaci t. zw. „kamienia trzewiowego“. Są to cienkie warstewki anhydrytu wśród iltu solnego, bardzo gęsto i mocno połamowane.

O składzie wody morskiej i chemicznych osadach mórz i jezior słonych.

60. Pokłady gipsu i anhydrytu, o których już była mowa, tudzież soli kamiennej, o której z kolei później będziemy mówili, powstały jako osad słonych jezior, a niekiedy *wody morskiej*. W morzach woda zawiera około 3,5% stałych części mineralnych, w niej rozpuszczonych. Z tego najwięcej przypada na sól kamienną ($NaCl$), prócz której znajduje się jeszcze dosyć chlorku i siarczanu magnezowego ($MgCl_2$ i $MgSO_4$), nadającego wodzie morskiej smak mocno gorzkawy, a wreszcie chlorek potasu (KCl) i bardzo nieznaczne ilości połączeń bromu, gipsu i jodu, tudzież węglanu wapnia.

Odparowując sztucznie w naczyniu taką wodę, widzimy, że w miarę, jak jej ubywa, osadzają się na dnie stałe składniki, w niej rozpuszczone, i to najpierw te, którymi jest najbardziej nasycona, później dopiero znajdujące się w niej w stanie mniejszego zagęszczenia. A więc z początku tworzy się warstewka gipsu, potem osadza się sól i dopiero na samym końcu łatwo rozpuszczalne związki magnezu i potasu. W przyrodzie, w pewnych szczególnych warunkach, widzimy to samo, tylko w olbrzymich rozmiarach. W ten sposób mogą powstać całe pokłady gipsu, soli i t. d.

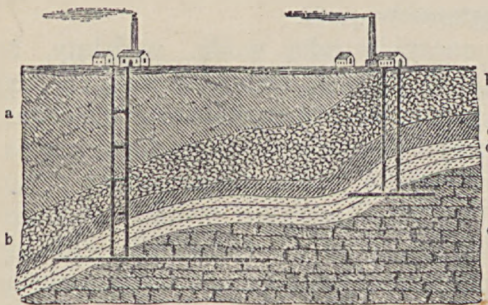
61. *Proces tworzenia się pokładów soli i t. p. w naturze* możemy śledzić najlepiej w wielu t. zw. słonych jeziorach, których woda składem swym często zbliża się do wody morskiej. Znajdujemy je n. p. w ogromnej ilości na stepach astrachańskich, a wzdłuż wybrzeży morza Kaspijskiego tworzą się ciągle jeziora tego rodzaju, skutkiem odcinania się coraz innych zatok i lagun. Z jezior dawniejszych największem jest Eltońskie. W niem rok rocznie w ciągu gorącego lata osadza się najpierw cienka warstewka gipsu, potem sól kamienna, a w zimie nawet sól gorzka ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$). Podobnym jeziorem słonym, o bardzo zagęszczonej wodzie, jest także morze Martwe, którego dno zasłane jest obficie kryształami gipsu i soli. Osadzanie się soli w jeziorach tego rodzaju z roku na rok, w ciągu całych tysięcy lat, dało początek przeważnej części pokładów soli kamiennej. Szczególnie korzystne warunki, potrzebne do wytworzenia się złóż solnych, przedstawiają głębokie zatoki mórz zamkniętych lub rozległych jezior śródlądowych, połączone z głównym basenem wąską a płytką cieśniną — byle znajdowały się w odpowiednio suchym klimacie. W miarę, jak parowanie postępuje w basenie tego rodzaju, napływa do niego

¹⁾ barýs (gr.), ciężki. ²⁾ ányhdros (gr.), bezwodny.

ciągle przez cieśninę świeża woda morska z nowymi zasobami soli. Skutkiem tego może przyjść wreszcie do takiego zagęszczenia się wody w zatoce, że rozpuszczone w niej ciała mineralne zaczynają się osadzać kolejno, jak w doświadczeniu co dopiero opisanem (§ 60.). Proces tego rodzaju widzimy obecnie w zatoce morza, a właściwie jeziora Kaspjskiego, zwanej Kara-Bugaz.

Dla olbrzymich złożów solnych śródkowych Niemiec (Stassfurt i okolica, Sperrenberg pod Berlinem, gdzie wierceniami stwierdzono pokład soli grubości przeszło 1.000 m), które sięgają aż po nasz Inowrocław, przyjmują dzisiaj, że jest to utwór głębokiego i rozległego morza śródładowego, które w klimacie pustyniowym, zwolna, od brzegów wysychało. Rzeki, które do niego uchodziły, przynosząc z sobą sól rozpuszczoną z pokładów, jakie już się osadziły u dawnych

Ryc. 78.



Przekrój przez kopalnię w Stassfurtcie. a — piaskowice pstry; b — gips; c — margiel; d — sole magnezowo-potasowe; e — sól kamienna.

wybrzeży, zasalały w ten sposób coraz mocniej kurczące się ciągle morze, w miarę czego narastały grube pokłady soli kamiennej w jego śródkowej, najgłębszej części. Osadem odciętej zatoki morza jest sól wielicka, jak tego dowodzą znajduwane w pokładach solnych skamieniałości mięczaków morskich, koralów, otwornicy i t. p.

Przy powolnym zagęszczaniu się wody morskiej, a tak samo słonych jezior, ostatecznym produktem osadzania się rozpuszczonych w niej soli muszą być — jak widzieliśmy (§ 61.) — pokłady związków potasowych i magnezowych. Zgodnie z tem znajdujemy rzeczywiście w niektórych kopalniach (n. p. Stassfurt w Prusiech, koło Magdeburga, ryc. 78.; Kałusz, także Stebnik we wsch. Galicyi) nad gipsami lub anhydrytem i solą, lub razem z nimi pokłady minerałów tego rodzaju, jak epsomit (sól gorzka, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$), kizeryt ($MgSO_4 \cdot H_2O$), kainit ($KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$), karnalit ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$), sylwin (KCl) i t. p. Miejsca takie należą jednak do rzadkich. Proces tworzenia się osadów co dopiero wspomnianych niezawsze mógł dobieść do końca, a nawet w takim razie związki potasowo-magnezowe, znajdując się płycej, niż sól kamienna, mogły bardzo łatwo uleść rozpuszczeniu i wypłukaniu. I wogóle jest rzeczą zrozumiałą, że tworzenie się w przyrodzie tych — jak je nazywamy — „chemicznych osadów“ nigdy nie mogło odbywać się tak prawidłowo, jak do-

świadczenie laboratoryjne. Często zdarzały się dłuższe przerwy w tym procesie, po których powtarzała się na nowo serya osadów, już przedtem wytworzonych; stąd (między innymi) rozmaite pozorne nieprawidłowości w następstwie warstw gipsu lub anhydrytu, soli kamiennej i minerałów potasowo-magnezowych — nawet łam, gdzie w tej seryi żadnego ogniwa nie brakuje.

62. *Słone jeziora*, z których kilka wymieniliśmy powyżej, znajdują się w rozmaitych częściach świata. W Azji widzimy je w większej ilości nad jeziorem Aralskim, w Persyi i w Tybecie; w północn. Afryce jeziora słone również nie należą do rzadkości, a niektóre z nich odznaczają się swymi olbrzymimi rozmiarami, n. p. jezioro Tsad; posiada je także Australia, z jezior zaś amerykańskich głosem jest jezioro Utah; wreszcie morze Kaspjskie nie jest właściwie niczem innym, jak tylko olbrzymim, słonym jeziorem.

Powstanie ich tłumaczy się rozmaicie. Jedne z nich są ostatnią pozostałością morza, które dawniej zalewało te kraje; do jezior tego rodzaju należy morze Kaspjskie, czego dowodzi jego fauna, w której nawet nerpy widzimy obok morskich małżów, ślimaków i t. p. O innych znowu wyobrażamy sobie, że powstały na odmiennej drodze, mianowicie przez zasolenie jezior bez odpływu. Rzeki, uchodząc do nich, unoszą bowiem zawsze drobne ilości rozpuszczonej soli, gipsu i t. p., a oczywiście w ciągu tysięcy lat te związki mineralne mogą zageścić się do tego stopnia, że jezioro staje się słonym. Wreszcie na morzu Kaspjskim można widzieć, jak jeziora takie tworzą się z zatok, które oddzieliły się od reszły morza.

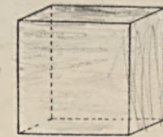
Obok właściwych jezior słonych istnieją jeziora sodowe, boraksowe i t. p., odpowiednio do związku, który w ich wodzie przeważa.

Obok właściwych jezior słonych istnieją jeziora sodowe, boraksowe i t. p., odpowiednio do związku, który w ich wodzie przeważa.

Solowce. (Chlorki, fluorki i t. p.)

63. *Sól kamienna* ($T. = 2$, c. w. = 21—22), będąca chlorkiem sodu, $NaCl$, krystalizuje się prawie wyłącznie w sześcianach (por. ryc. 79.), będących jakby kombinacją wszystkich trzech dwuścianów (dw. podstawowy, poprzeczny i podłużny) ukł. równoosiowego, które muszą występować zawsze razem, w myśl stosunków symetrii tego układu; znak dla sześcianu $\infty O \infty$ (por. § 16.). Jest bezbarwna i przezroczysta, często szara lub zielonawa, niekiedy zabarwiona na niebiesko lub czerwono. Łupliwość ma doskonałą, według $\infty O \infty$.

Ryc. 79.



Kryształ soli kamiennej ($\infty O \infty$).

Zazwyczaj znajduje się w całych pokładach, jako sól ziarnista (por. ryc. 80.); niekiedy okazuje budowę pręcikową lub włóknistą.

Karnalit¹⁾. Była już o nim wzmianka przy sposobności opisu tworzenia się chemicznych osadów z wody morskiej (§ 61.). Mineral ten jest połączeniem chlorku magnezowego i potasowego, zawierającym wodę ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$); w naturze zazwyczaj w ziarnistych masach krystalicznych. Bezbarwny, bywa często czerwono zabarwiony mikroskopijnie drobnymi łuseczkami hematytu. W wodzie bardzo łatwo rozpuszczalny.

¹⁾ Od nazwiska znakomitego geologa i górnika Carnalla.

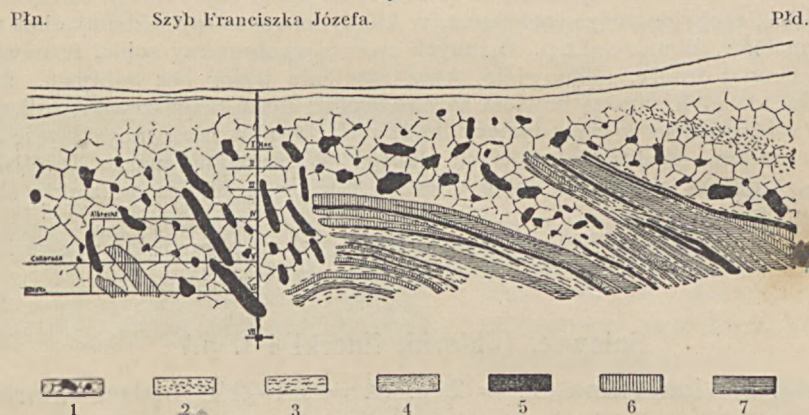
Odparowując wodę morską, można z niej otrzymać osad karnalitu. W Persyi są słone jeziora, w których ten minerał osadza się na drodze naturalnej. Karnalit, rozkładając się pod działaniem wody, tworzy:

Sylwin¹⁾, chlorek potasu (KCl), z wielu względów bardzo podobny do soli kamiennej, od której można go odróżnić po smaku gorzkawo-słonym, trudniejszej rozpuszczalności i po barwieniu płomienia nie na żółto, ale na fioletowo.

Oba minerały znajdują się w Stassfurtcie i Kałuszu, tworząc razem z innymi solami potasowymi i magnezowymi całe pokłady ponad solą kamienną.

Fluoryt (T. = 4, c. w. = 3:1—3:2) jest fluorkiem wapnia (CaF₂). Krystalizuje się w ukł. równoosiowym, zazwyczaj w sześciianach, ∞O∞; często znajduje się w masach krystaliczno-ziarnistych. Bezbarwny, chociaż zazwyczaj zabarwiony na fioletowo, zielono, różowo, żółtawo i t. p. Łupliwość doskonała według ścian O.

Ryc. 80.



Przekrój przez pokłady wielickie. Według prof. Niedźwiedzkiego.

1) il solny wierzchni; 2) margiel solny brunatny; 3) il solny z anhydrytem; 4) piaskowiec solny; 5) sól zielona; 6) sól spiszowa; 7) sól szybikowa (5, 6, 7, trzy gatunki rozróżniane w Wieliczce).

Towarzyszy często rozmaitym kruszcom, osadzony w szczelinach i t. p. wraz z innymi minerałami przez wodę.

Uwaga. Kryształy fluorytu z Kumberlandu w Anglii tem się odznaczają, że, zielone w dziennem świetle przepuszczonem, okazują w tem samym świetle odbitem barwę niebieską. Zjawisko to nazywa się *fluorescencją*, a daje się spostrzegać także na oleju skalnym i t. p.

Doświadczenia i zadania.

1) Sproszkuj równe ilości gipsu i soli kamiennej i zbadaj, które z tych ciał odznacza się większą rozpuszczalnością w wodzie destylowanej.

2) Weź sproszkowany gips, wsyp go do naczynia i nalej wodą destylowaną. Po dłuższym przeciągu czasu zlej tę wodę i zbadaj, czy znajduje się w niej rzeczywiście gips rozpuszczony (reakcyja na kwas siarkowy).

¹⁾ Od nazwiska F. Sylviusa.

3) Sporządź mieszaninę, złożoną z 78,1 g soli kuchennej, 9,6 g chlorku magnezowego, 6,5 g siarkanu magnezowego, 3,7 g gipsu, 1,8 g chlorku potasu, 0,2 g bromku magnezowego i mniej więcej 0,1 g kredy. Rozpuść to w 3 l wody destylowanej, a otrzymasz ciecz o złożeniu takim, jakie posiada przeciętnie woda morska. Następnie w wązkim a wysokim naczyniu szklanem poddaj ten płyn odparowaniu, śledź podczas tego sposób tworzenia się osadu na dnie i zbadaj sam osad, skoro proces parowania dobiegnie końca (por. § 60.).

O działaniu mechanicznem wody, o lodowcach i działaniu wiatrów — jako czynnikach geologicznych.

64. Mówiliśmy już dawniej o chemicznem oddziaływaniu wody na skorupę ziemską i jej składniki, a co dopiero poznaliśmy owe potężne chemiczne osady, które tworzą się wśród pewnych warunków w morzu i w jeziorach słonych w postaci pokładów gipsu, anhydrytu, soli i t. d. Jest to jednak tylko jedna strona pracy wody, jako czynnika geologicznego. Druga strona, to działanie jej mechaniczne na powierzchnię ziemi.

Ryc. 81.



Dolina Ojcowska.

Już *deszcz*, spadając kroplami, powoduje w ten sposób mechanicznie powolne kruszenie się skał na powierzchni, a splukując warstwy zwietrzałe, wywołuje obnażanie się coraz starszych pokładów. Niemniej doniosłe w skutkach jest *marznienie wody* w szczelinach skał, która, powiększając wówczas swą objętość, rozsadza je powoli. Gruz, jaki powstaje skutkiem tego, częścią wietrzeje na miejscu, tworząc stożki nasypowe i t. p., częścią dostaje się do koryta rzek i potoków.

Kamienie, unoszone prądem wody płynącej, kruszą się na coraz mniejsze kawałki, trąc zaś o siebie, gładzą się wzajemnie i tworzą

żwir, piasek, a wreszcie muł. Równocześnie widzimy, że w swym górnym biegu woda siłą prądu i przy pomocy unoszonego przez nią żwiru pogłębia nieustannie dno koryta, wodospady zaś, które spotykamy na wielu rzekach, oczywiście przyspieszają niszczące jej działanie. W geologii ta mechaniczna praca rzek i potoków nosi miano wymywającego działania lub krótko *erozyji*¹⁾ *rzecznej*, doliny zaś, które powstają w ten sposób, nazywają się *erozyjnymi*. Zawdzięczają one zarówno swoją rzeźbę, jak i swoje powstanie działaniu wód płynących i nieraz odznaczają się niezwykłą malowniczością,

Ryc. 82.



Wielki kanion rzeki Kolorado w Stanach Zjednoczonych Am. Półn. Wedle fotografii z natury.

n. p. znana z swej piękności, uroczą dolina Ojcowska koło Krakowa, która powstała skutkiem wrzynania się coraz głębiej w pokłady wapienne płynącej tamtędy rzeczki Prądnika (ryc. 81.). W Stanach Zjednoczonych rzeka Yellowstone (czyt. Jeloston) w stanie Wyoming i Kolorado w stanie Arizona wyżłobiły sobie, wśród pewnych szczególnych, sprzyjających temu warunków wązkie koryta, miejscami do 2.000 m głębokie (por. ryc. 82.), a i nasze rzeki podolskie płyną głębokimi jarami, które powstały w podobny sposób. Takie głębokie i wązkie doliny erozyjne noszą nazwę „kanionów“²⁾.

¹⁾ erodo (łac.), wygryzam. ²⁾ cañon (hiszp.), rura, jar.

Erozyja wód płynących objawia się jednak nie tylko pogłębianiem i rozszerzaniem koryta. Skutkiem bowiem wymywania rzeki posuwają zwolna wstecz swoje źródła, co prowadzi nieraz do zupełnego przepiękowania całych działów wodnych i tworzenia się t. zw. dolin przełomowych. Ta „erozyja wsteczna“ powoduje przytem niekiedy jeszcze jedno ciekawe zjawisko. Jeżeli mianowicie strumień, po przecięciu w taki sposób działu wodnego, dostanie się po jego drugiej stronie do doliny położonej wyżej, którą również płynie rzeka, to może nastąpić, że teraz skieruje się ona w kierunku silniejszego spadku w jego koryto, tracąc dalszą część biegu i swoje ujście pierwotne, czyli ulegnie „ścięciu“ (por. ryc. 83—85.).

Ryc. 83.



Na lewo źródłkowa część biegu dwóch strumieni, na prawo większa rzeka. (Model według Sawickiego.)

Ryc. 84.



Skutkiem „erozyji wstecznej“ jeden z potoków cofnął swoje źródła aż do doliny rzeki, wcinając się w nią zwolna. (Model według Sawickiego.)

65. Jak potężne jest działanie erozyjne wód płynących, o tem poucza nas także ilość unoszonego przez nie mułu, piasku i t. p., to jest tego właśnie materiału, który powstaje podczas wymywania w pewnej części z kamieni, wydartych z dna lub wykruuszonych z brzegów. Rzeki osadzają go (*akumulacja rzeczna*) częścią wzdłuż swego koryta, zwłaszcza w dolnym biegu, tworząc w ten sposób t. zw. pokłady napływowe, częścią aż w dalekiem morzu u ujścia, gdzie skutkiem tego powstają nieraz t. zw. delty¹⁾ (por. ryc. 86.). Obliczono, że Missisipi unosi z sobą rocznie do morza — oczywiście z całego swego dorzecza — prawie 211 milionów m³ tego materiału, Pad 11½ milionów, a Tamiza ½ miliona. Wobec tego nie można się dziwić, że delta Missisipi ma obszar tak wielki, jak Belgia.

Ryc. 85.



Rzeka, znajdując nowy odpływ z silniejszym spadkiem, zmienia swój bieg i ulega „ścięciu“. (Model według Sawickiego.)

66. W wielu dolinach można widzieć, że ciągną się wzdłuż nich jakby progi szersze i węższe, które w kilku stopniach wznoszą się, jedne nad drugimi, ponad najwyższym stanem wody obecnie (porówn. ryc. 87.). Są to t. zw. terasy dolinowe. Odpowiadają one w histo-

¹⁾ Od nazwy wielkiej litery greckiej, którą przypomina kształtem.

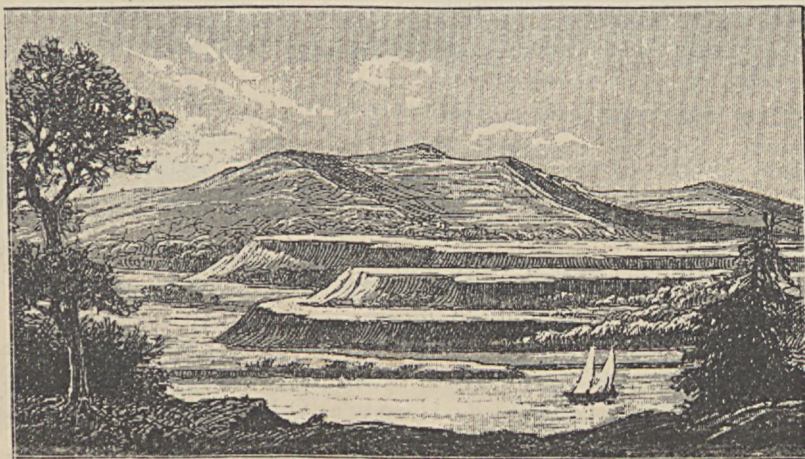
Ryc. 86.



Delta Missisipi.

ryi tworzenia się danej doliny okresom zanikającej erozyi w głąb, podczas gdy każdy odstęp między jedną terasą a drugą zaznacza wzmózoną czynność erozyjną. Terasy mogą być „skalne” i „napływowe”: pierwsze są jakby wycięte w warstwach, które tworzą stoki doliny, okazując jeszcze czasem tu i ówdzie ślady żwirów rze-

Ryc. 87.



Terasy nad rzeką Connecticut w New-Hampshire w Ameryce Północnej. Według Touli.

cznych, drugie są utworzone wyłącznie przez warstwy napływowe, które dolinę wypełniają terasowo. Oczywiście terasa najwyższa jest najstarsza, najmłodsza znajduje się najbliżej dzisiejszego poziomu rzeki.

Historję tworzenia się teras można naszkicować ogólnie, jak następuje. Rzeka, po wyłobieniu doliny do poziomu danej terasy, przestała wreszcie z powodu zmniejszonego spadku pracować w głąb, i wijąc się, rozszerzała tylko dolinę. Ale jeżeli potem ląd w danym miejscu podniósł się nieco w górę, to zwiększył się skutkiem tego odstęp między poziomem, w którym woda uchodzi do morza, i poziomem jej źródeł, wzrósł zatem spadek rzeki i zaczęła się ona wcinąć ponownie, zostawiając z dawnego dna doliny tylko pasy po brzegach. Z czasem, w miarę postępu erozyi, zmniejszył się znowu spadek rzeki i rozpoczęła się powtórnie praca przedewszystkiem nad rozszerzeniem doliny i zwiężaniem coraz bardziej terasy istniejącej, a jasna, że mogły w ten sposób powstawać całe systemy teras jednych nad drugimi. Oczywiście analogicznie tworzyły się terasy napływowe, skutkiem następstwa po sobie okresów gromadzenia się w dolinie osadów rzecznych, w miarę zmniejszania się spadku i potem wcinania się rzeki w osadzone wpiery napływy, jeżeli nachylenie dna wzrosło n. p. z powodu podniesienia się lądu (por. ryc. 88.).

Ale w wielu wypadkach nie ruchy skorupy ziemskiej, lecz zmiany w stosunkach klimatycznych, n. p. zmniejszanie się i zwiększanie opadów atmosferycznych mogło również powodować powstawanie teras.

Tak więc widoczna z tego wszystkiego, że doliny mają swoją historję, nieraz bardzo ciekawą: przechodzą przez okres „młodości”, w którym przy bystrym spadku rzeki i silnej erozyi odznaczają się stromymi zboczami, często licznymi wodospadami lub co najmniej bystrzami i t. p., z czasem „dojrzewają”, a wreszcie chylą się ku „zgrzybiałości”, w miarę jak przy coraz zmniejszającym się spadku i słabnącej erozyi akumulacja bierze nad nią górę, wietrzenie i denudacja wyrównują stromość stoków, obniżając je coraz bardziej, a kształty, w młodości ostre i śmiałe, łagodnieją i zaczynają się wyrównywać. Niech jednak tylko z jakiegokolwiek przyczyny zwiększy się spadek, wzrośnie ilość opadów lub t. p., zaraz ten naturalny rozwój ulega przerwie, dolina „się odmładza”.

67. A kiedy rzeki zwolna rzeźbią powierzchnię lądów i unosząc do morza mnóstwo materiału, który powstaje podczas tego, obniżają je ustawicznie, to równocześnie pracuje morze, niszcząc kontynenty u brzegów. Następstwem tego przedewszystkiem tworzenie się

Ryc. 88.



Terasy napływowe. a) najstarsza; c) najmłodsza.

zwłaszcza u wybrzeży skalistych płaskiej t. zw. *terasy nadbrzeżnej*, podczas odpływu odsłanianej, zalewanej przez fale podczas każdego przyływu.

Przekonano się, że w niektórych miejscach wybrzeży wschodniej Anglii, gdzie brzeg morski tworzą skały mniej zwarte i łatwiej wietrzejące, morze — krusząc brzegi — posuwa się w głąb lądu 6—8 cm i więcej na rok. To niszczące działanie fal morskich objawia się zresztą na skalistych wybrzeżach bardzo często szczególną postacią

Ryc. 89.

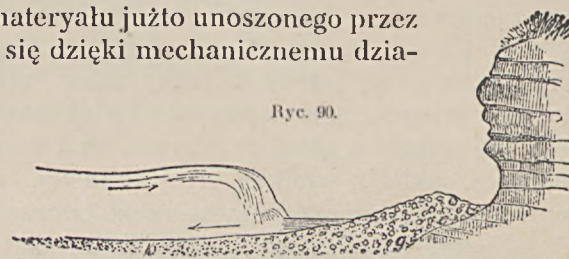


Skąły nadbrzeżne w Étretat (Francya) nad kanałem La Manche podczas odpływu morza. Według ilustracji w „La terre”.

odosobnionych skał, sterczących z morza, naturalnemi bramami olbrzymiemi, które przebiły uderzenia fali i t. p. (por. ryc. 89.). N. p. na Helgolandzie skutki mechanicznego działania fal morskich są szczególnie wyraźne, a dzisiejsza wysepka jest, jak wskazują dawne karty, tylko małą resztą sporej wyspy, która wznosiła się tutaj przed 1000 lat ponad falami morza. Niemniej jednak i *praca mechaniczna fal morskich*, z jednej strony niszcząca, jest z drugiej strony twórcza. Materiał, który powstaje skutkiem ustawicznego podmywania i niszczenia brzegów morza, każda cofająca się fala unosi z sobą; cięższe, a więc większe okruchy pozostają tuż u brzegu, a lżejsze

porywa woda i osadza dalej wraz z delikatnym mułem, dostarczonym przez rzeki (por. ryc. 90.).

68. W ten sposób z materiału jużto unoszonego przez rzeki, jużto gromadzącego się dzięki mechanicznemu działaniu fal morskich, tworzy się wzdłuż koryta rzek i wzdłuż wybrzeży lądów pas *osadów mechanicznych*, z których powstają po stwardnieniu rozmaite piaskowce, zlepieńce i t. p., a z części zupełnie rozrartych warstwy ilaste. Są to wszystko t. zw. *skały okruchowe*.



Ryc. 90.

Działanie fal morskich u wybrzeży. *g* — gruz; *p* — piasek.

69. Podobnie, jak wody płynące, działają na skorupę ziemską *lodowce*.

Szczyty wysokich gór są pokryte śniegiem, który się nigdy nie topi zupełnie. Ilość jego musiałaby się jednak z każdym rokiem po-

Ryc. 91.

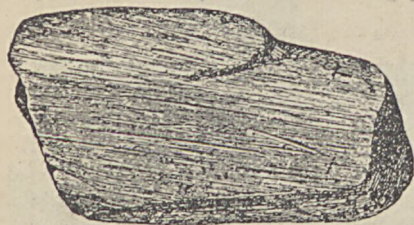


Lodowiec Rodanu w Szwajcaryi.

większać, gdyby nie to, że zsuwa się on ciągle z szczytów w doliny w postaci lawin śnieżnych albo lodowców. Te ostatnie powstają z gromadzącego się na szczytach śniegu, który z czasem przeobraża się w gruzełkowaty t. zw. „firn“. Zbijając się w coraz twardszą masę, daje on wreszcie początek jakby rzece lodu, spływającej zwolna aż do tego miejsca, gdzie z powodu zwiększonego ciepła obtapia się z niej tyle, ile ciągle z góry przybywa. Jest to właśnie lodowiec. Z pod lodowca, jakby z wielkiej grotki lodowej, wypływa zwykle strumień (por. ryc. 91.); nieraz znaczne rzeki tworzą się z takich potoków.

Na lodowiec padają z otaczających skał kamienie, które on unosi z sobą jako t. zw. moreny „boczne“ i „środkowe“, sypiąc z nich u swego końca niby olbrzymi wał z głazów i odłamów skalnych, zwany moreną „czołową“. Mnóstwo tych kamieni dostaje się jednak przez liczne i głębokie szczeliny pod spód spływającego lodowca, który miażdży je w części i rozciera, tworząc z tego materiału t. zw.

Ryc. 92.



Kamień z szramami lodowcowymi.

Oczywiście olbrzymie masy lodu, jakie przedstawia każdy lodowiec, działają erozyjnie na dolinę, którą wypełniają, przyczem nadają jej charakterystyczny przekrój kształtu wielkiej litery U; doliny, które wytworzyła erozja rzeczna, przedstawiają się w przekroju, jak litera V.

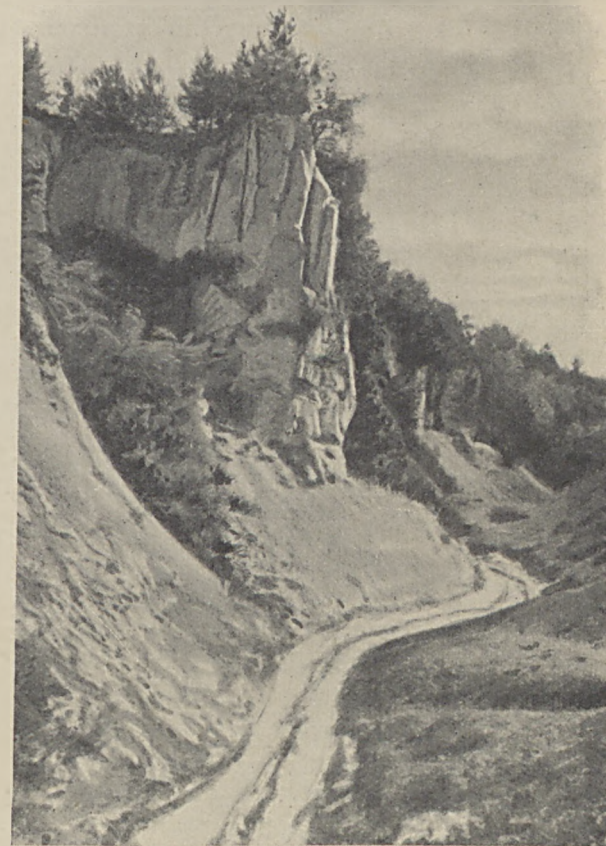
Łądy podbiegunowe, n. p. Grenlandya, są pokryte olbrzymim płaszczem lodowym, który dochodzi aż do morza, gdzie odrywają się od niego ogromne masy lodu w postaci pływających t. zw. gór lodowych.

Na początku czasów dyluwialnych, t. j. epoki geologicznej, która bezpośrednio poprzedziła obecną (istniał już wówczas na kuli ziemskiej człowiek), panował klimat i chłodniejszy i bardziej wilgotny, niż teraz. To też cała Europa północna i znaczna część środkowej pokryły się takim samym całunem lodu, który z półwyspu Skandynawskiego i z Finlandyi spływał, unosząc z sobą mnóstwo granitów i innych skał tamtejszych. Tylko znaczniejsze wyniosłości, n. p. u nas wyżyna Kielecka, wolne były od lodów i na nich, jak na wyspach, krył się człowiek, utrzymywała się uboga wegetacja polarna i żył

świat zwierzęcy z swoim władcą ówczesnym, potężnym mamutem. Po ustąpieniu lodowców kamienie owe pozostały wraz z rozmaitymi lodowcowymi łożami i t. p. i dzisiaj znajdujemy je w całej Polsce (w Galicyi zachodniej aż po Karpaty) pod nazwą „polnych kamieni“ albo „głazów erratycznych“. Lodowce zostawiły zresztą jeszcze wiele innych śladów owej „lodowej epoki“.

70. W wytwarzaniu się skał osadowych odgrywają jednak pewną rolę także prądy powietrza, czyli *wiatry*. Lotne piaski, które znajdują się w wielu miejscach i w naszym kraju, tworząc ruchome wydmy piaskowe, są oczywiście przykładem działania wiatrów, jako czynnika geologicznego. Bez porównania potężniejsze wydmy tworzą się w wielu miejscach u wybrzeży morskich z piasku wyrzucanego na brzeg przez fale morza. Nie koniec wszakże na tem. Bardzo ważną rolę odgrywa u nas jasno-żółta, wapnista glina „eolicznego“¹⁾ pochodzenia, zwana *lessem*²⁾ (por. § 44.). Powstała ona z pyłu i okruchów mineralnych, które wiatr unosi i następnie osadza, dając w ten sposób początek utworom nieraz znacznej miąższości. Ponieważ erozja wodna odbywa się w pokładach lessu bardzo łatwo, więc

Ryc. 93.

Ściany lessowe w Michałowszczyźnie koło Lwowa.
(Rycina prof. Friedberga.)

¹⁾ eolius (łac.), wietrzny. ²⁾ Nazwa, używana pierwotnie nad Renem.

w wielu miejscach, gdzie jest on dobrze rozwinięty, tworzą się charakterystyczne doliny o wysokich, prawie prostopadłych ścianach (por. ryc. 93.), nieraz terasowo ułożonych. W Chinach less dochodzi grubości czasem paruset metrów, wpływając w znacznej mierze na charakter krajobrazu prowincji północnych.

Wiatry działają przytem na powierzchnię ziemi, jako czynnik geologiczny, jeszcze w inny sposób. Zapomocą pyłu mineralnego, który z sobą unoszą, szlifują rozmaite skały, podobnie jak woda płynąca lub lodowce, mogą więc przyczynić się w niemałym stopniu do niszczenia skał, znajdujących się na powierzchni. Nazywamy to erozyą powietrzną w przeciwstawieniu do powietrznej akumulacji.

Ryc. 94.



„Bad Lands“ (Stany Zjednoczone Ameryki Północnej).

Oczywiście, że rola atmosfery jako czynnika geologicznego nigdzie nie występuje z taką siłą, jak na pustyniach, t. j. na obszarach odznaczających się wielkim brakiem wody z powodu rzadkości opadów. Zarówno wietrzenie, jak erozya i osadzanie materiałów odbywa się tam przede wszystkim za sprawą powietrza. I jeszcze jeden bardzo ważny moment charakteryzujący *pustynie*. Przedstawiają one krainy niepołączone arteriami wód płynących z morzem. To też kiedy kontynenty wogóle są ciągle spłukiwane przez wodę, a materiał skalny, który je tworzy, przenosi się skutkiem tego bezustannie za pośrednictwem rzek do basenów morskich — na pustyniach przeciwnie produkty wietrzenia, zarówno mechanicznego jak i chemicznego, pozostają na miejscu, tworząc morze piasków czerwonych (barwikiem hematyt, Fe_2O_3 , który skutkiem suchości klimatu utrzymuje się, nie przechodząc w limonit, $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) w postaci pustyni piaszczystej, lub ogromne przestrzenie zasypane gruzem i żwirem, — w jednym, jak i w drugim wypadku z materiałem okruchowym, który zawiera wiele

soli rozpuszczalnych. Stąd w krainach pustyniowych liczne jeziora słone, sodowe i t. p., często tylko czasowo wypełniające się wodą po gwałtownych deszczach; to także jest przyczyną, że pustynie uważa się przede wszystkim za kolebkę pokładów soli, gipsu i innych podobnych osadów chemicznych, tworzących się w jeziorach pustyniowych i t. p.

71. Z tego, cośmy powiedzieli, jest rzeczą oczywistą, że *erozya* wogóle odgrywa pierwszorzędną rolę, jako czynnik wytwarzający zewnętrzną rzeźbę skorupy ziemskiej. Przeważna część dolin jest w całości jej dziełem i to zarówno dolin górskich, jak i na równinach, n. p. u nas na Podolu. Gdzie liczne, większe i mniejsze doliny erozyjne schodzą się z sobą na niewielkiej przestrzeni, mogą pozostać między niemi tylko nieznaczące resztki pokładów, niszczonej ciąglą pracą wód płynących, a przy współdziałaniu erozyi powietrznej powstają wtedy takie dzikie i fantastyczne okolice, jak sławne „Bad Lands“ (Złe Miejsca) w Stanach Zjednoczonych (por. ryc. 94.).

Daleko posunięta erozya prowadzi wreszcie do zupełnego zniszczenia na pewnej przestrzeni górnych warstw skorupy ziemskiej, przez co odsłaniają się warstwy starsze, co się nazywa „denudacyjnem działaniem erozyi“. *Denudacya* działa na powierzchni wszystkich kontynentów, które ciągle tracą swoje warstwy powierzchniowe, spłukiwane przez wodę do mórz, i w ten sposób pomału, ale bezustannie przesuwają się na dno basenów morskich. Wyjątek pod tym względem stanowią tylko pustynie jako obszary bezodpływowe.

Doświadczenia i zadania.

- 1) Porównaj, z jakich skał utworzony jest *żwir* w Wiśle koło Krakowa i w Dunajcu koło Nowego Targu (można wziąć do porównania inne rzeki, lub inne miejscowości). Wytlómacz przyczynę różnic między żwirami jednymi i drugimi.
- 2) Porównaj *żwir* Dunajca koło Nowego Targu, pod Nowym Sączem i w Tarnowie. Wykaż, o ile różni się w tych miejscach, i wytlómacz przyczynę tego. (Przytem weź na uwagę źródła rzeki, jej bieg i rozmaity wytrzymałość skał, które dostarczyły materiału na *żwir*.)
- 3) Weź opiłki, piasek i trociny, wrzuć to do obszernego naczynia ze zwykłą wodą, wymieszaj dobrze, a następnie zostaw w spokoju. Śledź proces osadzania się tych cząstek i przypatrz się, jak będą wyglądały *osady* na dnie. Daj wytlómaczenie tego.
- 4) Wypełnij jedno naczynie szklane *wodą czystą*, a drugie *zasoloną*; wrzuć do obu naczyń nieco części ilastych, wymieszaj je dobrze i zostaw w spokoju, a zauważysz, że woda słona wyklaruje się już po godzinie, podczas gdy ciecz w drugim naczyniu pozostanie mętna przez dni kilka. W jakim wypadku tworzenie się mechanicznych osadów w przyrodzie jest ułatwione przez okoliczności, które wskazuje to doświadczenie?
- 5) Zbadaj i daj wyjaśnienie tego, co się dzieje zazwyczaj u ujścia *jednych potoków do drugich*.
- 6) Uważaj, w których miejscach *stawy*, posiadające dopływy, poczynają zarastać i wytlómacz, dlaczego; z jakim wielkim zjawiskiem w przyrodzie można to porównać?

7) Zbadaj, gdzie na zakrętach poloków znajduje się brzeg stromy, a gdzie płaski, i jaki proces geologiczny odbywa się w takim miejscu na jednym brzegu, a jaki na drugim.

8) Zmierz szybkość prądu potoku w miejscu prostym koryta pośrodku, i u jednego z brzegów, zaś na zakrętach — i pośrodku i u obu brzegów. Zrób to przy niskim i przy wysokim stanie wody. W tym celu odmierz wzdłuż brzegów pewną ilość metrów i określ z zegarkiem sekundowym w rękę, ile potrzeba czasu, aby korek odbył tę drogę z prądem rzeki. Szybkość określa się ilością metrów w jednej sekundzie.

9) Wyjaśń, w jaki sposób powstają t. zw. „starorzecza“ kształtu nieraz prawie kolistego, a oddzielone zupełnie od dzisiejszego koryta rzek.

10) Powstawanie wodospadów jest często skutkiem kolejnego następstwa warstw twardszych i miększych w korycie rzeki. Twardsze z nich tworzą właśnie owe nieraz olbrzymie progi, z których woda rzuca się wodospadem.

Związek pomiędzy tworzeniem się wodospadów i budową geologiczną danego miejsca można łatwo wykazać następującem doświadczeniem. W domu, w którym mieszkasz, jeżeli są w nim szerokie a niskie schody kamienne, wypełniasz je do pewnej wysokości gliną, tak, aby powstała jedna równia pochyła. Następnie z góry puszczasz z wolna nieduży strumień wody, który, spływając, tworzy niby rzekę. Skutkiem swojej siły erozyjnej woda żłobi łatwo i szybko koryto w miękkiej glinie, a w miejscu, gdzie się znajdują twarde stopnie kamienne schodów, powstają wodospady.

11) Weź nieco świeżego śniegu, wrzuc do moździerza i bij następnie tłuczkiem; śnieg wnet zamieni się w zbitą i twardą masę lodu. Z jakim zjawiskiem geologicznem w przyrodzie można porównać to doświadczenie?

12) Uważaj, jak się zachowuje w czasie wiatrów śnieg świeży i sypki, który nagromadził się na polu w miejscu otwartem. Wydm śniegowe, które tworzą się podczas tego, są zupełnie podobne ze sposobu powstania, kształtów i t. p. do wydm piaskowych.

13) Jeżeli w okolicy znajdują się piaski lotne, stwierdź na nich to, co powiedziano w zadaniu 12.

14) Zwróć uwagę zimą w czasie odwilży na powierzchnię śniegu, który zalega dłużej przeciąg czasu. Zauważysz na wierzchu warstewkę błota, która się ciągle powiększa. Jak to wytłómaczysz?

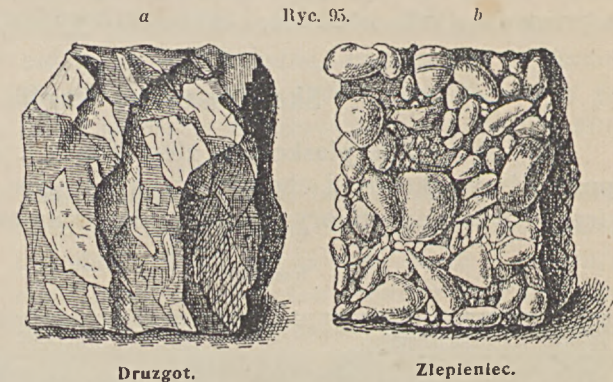
15) W dniu wietrznym, kiedy w powietrzu unosi się dużo pyłu, wystaw talerz, posmarowany gliceryną, w miejscu otwartem. Po 12 godzinach spłucz destylowaną i przefiltrowaną wodą powierzchnię talerza, poczem tę wodę odparuj i zważ pozostałość, aby przekonać się, jaka ilość pyłu, unoszącego się w powietrzu, uczepiła się talerza.

O najważniejszych skałach okrucowych.

72. Wietrzenie tudzież praca rzek, morza, lodowców i wiatrów kruszą i niszczą najtwardsze kamienie; rzeki, prądy powietrzne i t. d. unoszą ten materiał i wreszcie osadzają. Skały, które powstają w ten sposób, noszą nazwę — jak wiemy — skał okrucowych, a osadzają się po każdym wylewie rzeki wzdłuż jej brzegów, w każdym jeziorze z materiału, naniesionego przez strumienie i potoki, na obszarach pustyniowych dzięki wiatrom, w olbrzymiej zaś ilości na dnie mórz,

wzdłuż wybrzeży lądów. Ten okrucowy materiał jeszcze luźny nosi jako skała nazwę ogólną:

Usypiska i może się składać jużto z większych okruców o powierzchni wygładzonej i zaokrąglonej, jak to widzimy na rozmaitych „otoczakach“ i „żwirach“, jużto z kawałków ostrokrawędzistych i wówczas nosi nazwę „gruzu“, albo wreszcie przedstawia się w postaci zwykłego „piasku“. Oczywiście materiał, który tworzy otoczaki, żwiry lub gruz, może być petrograficznie najrozmaitszy i zależy wyłącznie od tego, jakie skały dały mu początek. Piasek jest zazwyczaj złożony



przedewszystkiem z ziarn kwarcu, który nie tylko odznacza się swoją twardością, ale także najdzielniej opiera się działaniu chemicznemu wody.

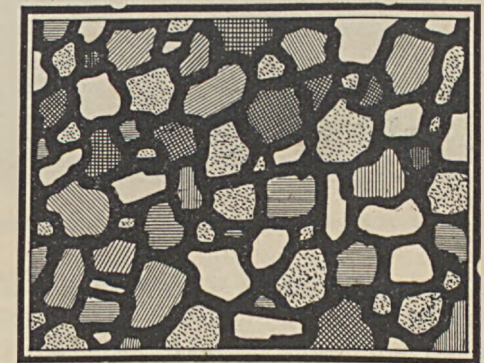
Luźne utwory tego rodzaju ulegają z czasem mniej lub więcej zupełnemu stwardnieniu. Okrucy, z których się składa usypisko, spajają się z wolna „lepiszczem“ czyli „spoiwem“ albo ilastem, albo marglowem, wapnistem lub krzemionkowem i w ten sposób powstaje wreszcie skała zupełnie zbita i twarda (por. § 38.).

Druzgoty czyli brekcy (por. ryc. 95. a) przedstawiają spojony jakimś lepiszczem gruz ostrokrawędzisty, podczas gdy Zlepiénce składają się z samych kawałków zaokrąglonych (por. ryc. 95. b).

Piaskowce wreszcie odpowiadają swem złożeniem usypiskom piaskowym, a — odpowiednio do swego lepiszcza — noszą nazwę raz piaskowców wapnistych, to znowu ilastych, jeżeli zaś mają lepiszcze krzemionkowe, nazywają się kwarcytowymi i t. d. (ryc. 96.).

Druzgoty i zlepiénce, osadzone w morzu lub jeziorze, powstają oczywiście najbliżej wybrzeża, podczas gdy piaskowce, złożone z okru-

Ryc. 96.



Piaskowiec w płytce (t. zw. szlifie), oglądany przez mikroskop. Kolor czarny oznacza lepiszcze spajające oddzielne ziarna.

chów lżejszych, odpowiadają pasowi dalszemu, a z najdrobniejszych cząstek, przeważnie kaolinowych, osadzonych przez wodę w postaci delikatnego mułu, tworzą się jeszcze dalej od brzegów

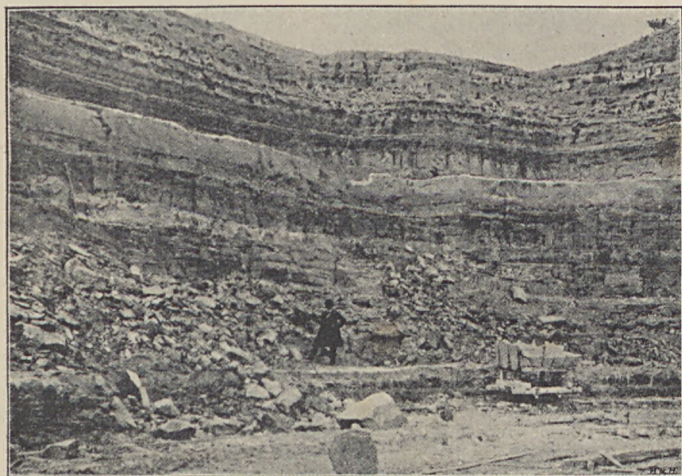
Iły, łupki iłowe i t. p. O iłach wapnistych mówimy, że są „marglowate“, tworzą zaś one przejście do właściwych

Margli, które są mieszaniną cząstek ilastych i wapiennych, z przewagą tych ostatnich, i skutkiem tego burzą się silnie z kwasami.

Skały osadowe wogóle.

73. Wszystkie piaskowce, zlepieńce i t. p., dalej skały, które poznaliśmy jako osad chemiczny, n. p. gips, sól kamienna, anhydryt, a wreszcie utwory pochodzenia organicznego, jak wapienie, są

Ryc. 97.



Łom kamienia w skale osadowej o poziomem uwarstwieniu.

to w przeciwstawieniu do utworów wybuchowych „skały osadowe“. Większość ich jest — jak widzieliśmy — osadem na dnie wód rozmaitych, a dla przeważnej ich części jest cechą szczególnie charakterystyczną — w odróżnieniu od skał wybuchowych — prócz sposobu powstania także

odmienny sposób występowania. Okazują one bowiem zazwyczaj wyraźne uwarstwienie (por. ryc. 97.), tworząc rozległe pokłady; stąd nazywają się także skałami warstwowymi.

74. Różne skały osadowe powstają ciągle. Jedne jako morskie utwory przybrzeżne — są to *skały okruczowe, wapienie litotamniowe i koralowe*, — inne jako osad mórz otwartych, w postaci *mułu otwornicowego*. Poniżej 4000 m nie znaleziono jednak nigdzie na dnie morza skorupki otwornic. W tych olbrzymich głębiach, pod ciśnieniem kilkuset atmosfer i przy znacznie większej prawdopodobnie zawartości CO₂, woda rozpuszcza prawie wszelkie wapienne resztki organiczne, jakie na dno opadają. Jedyny osad

tworzy tam t. zw. *głębinowy muł czerwony*, złożony przeważnie z najdelikatniejszego pyłu wulkanicznego, tudzież *radylaryowy muł krzemionkowy*, utworzony przez nagromadzone w olbrzymiej ilości krzemionkowe części radylaryów (drobne, morskie pierwotniaki mikroskopijne).

Równocześnie, kiedy w oceanach osadzają się różne utwory morskie, to na kontynencie powstają utwory lądowe jako *osady rzeczne* lub *jeziorne wapienie słodkowodne*, tworzą się *pustyniowe utwory piaskowcowe* lub *chemiczne osady jezior słonych*; wiatr gromadzi i układa t. zw. *gliny nawiane*, a lodowce dają początek *utworom morenowym*.

75. Wszystkie te skały osadowe, o ile tworzą się równocześnie, są utworami synchronicznymi, czyli inaczej współczesnymi, chociaż różnią się sposobem powstania i — co za tem idzie — *rodzajem wykształcenia* czyli *facyą*. I tak współczesne utwory morskie mogą być wykształcone jużto jako osady przybrzeżne w facyi piaskowcowej lub litotamniowej albo koralowej, jużto jako utwory głębinowe w postaci głębinowego iłu czerwonego, to znów osadów radylaryowych i t. p.

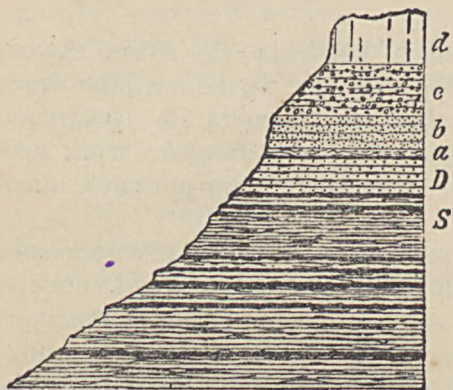
W dawnych okresach dziejów ziemi działo się tak samo, jak i dzisiaj. Znajdujemy więc jako składniki skorupy ziemskiej całe mnóstwo najrozmaitszych skał osadowych, które mogą się różnić nie tylko tem, że jedne z nich powstały wcześniej, a inne później, zatem wiekiem swoim: często bowiem jedyna różnica — to wykształcenie w odmiennej facyi. Jedne wapienie przedstawiają utwór przybrzeżny w facyi litotamniowej, inne, w facyi koralowej, są resztkami przybrzeżnych raf koralowych w owych odległych czasach i t. p.

76. Skały osadowe odgrywają dominującą rolę jako składniki skorupy ziemskiej. Między osadzonemi w dawnych okresach geologicznych spotyka się najczęściej *utwory morskie*, rzadziej warstwy *słodkowodne*. Osady zaś ściśle lądowe należą między utworami starszymi litosfery do stosunkowo rzadkich wyjątków, jak dzisiaj bowiem, tak i dawniej były najbardziej narażone na niszczące działanie erozyi i denudacyi. Wyjątek stanowią piaskowce pustyniowe, które scharakteryzowane właściwem im nieregularnem uwarstwieniem (nie osadzały się w wodzie), brakiem skamieniałości, znamioną czerwoną barwą i nieraz obecnością wśród nich pokładów gipsu i soli, występują w wielu miejscach na znacznych przestrzeniach, n. p. w południowo-zachodnich Niemczech, jako dowód, że i w dawnych epokach istniały pustynie, jak obecnie.

Znajdujemy rozmaite skały osadowe prawie w każdej dolinie górskiej, na każdym skalistym brzegu jakiejś rzeki, która płynie głębszym korytem. Często na jednej odsłoniętej ścianie, czyli „od-

krywece“, pokazuje się cała serya kilku i więcej rozmaitego rodzaju pokładów ilastych, piaskowcowych, wapieni i t. d. Odpowiadają one oczywiście rozmaitym okresom tworzenia się w tem miejscu skał osadowych i zmianom w warunkach, wśród których się to odbywało (por. ryc. 98.).

Ryc. 98.



Przekrój prawego zbocza doliny Dniestru pod Zaleszczykami. 1 : 2000. S — ilowe łupki (sylurskie); D — czerwony piaskowiec (dewoński), na nim (utwory miocenijskie): a — iły, b — piaskowiec wapnisty, c — wapień litotamniowy, d — gips.

mikroskopowe (szlify) z kilku rozmaitych piaskowców i porównaj je z szlifami granitu i innych skał krystalicznych.

Przegląd skał osadowych,

o których była mowa.

Skały okruchowe.

Żwir, piasek.

Druzgoty, zlepieńce.

Piaskowce.

Iły, łupki ilowe, gliny.

Margle.

Skały będące osadem chemicznym.

Gips, anhydryt.

Sól kamienna, sylwin,

kainit, i t. p.

Skały tworzące się za sprawą organizmów¹⁾.

Wapienie.

Tlenki.

77. (Kwarciec, który jest czystą krzemionką (SiO₂) skryształizowaną, został już opisany w § 25.)

¹⁾ Później jeszcze będzie mowa o rozmaitych węglach kopalnych, które także tutaj należą.

Opal¹⁾ (T. = 5.5–6.5, c. w. = 1.9–2.3) jest krzemionką bezpostaciową; zawiera zawsze wodę w niestalej ilości. Bezbarwny, ale najczęściej zabarwiony rozmaicie, posiada połysk szklisty lub tłusty. Rozpuszcza się w gorącym ługu potasowym [K(HO)], wodorotlenek potasu] prawie zupełnie; zresztą zachowuje się podobnie jak kwarciec.

Opale spotyka się nieraz w szczelinach wśród skał wybuchowych, w których skład wchodzi pewne krzemiany łatwo rozkładające się, n. p. labrador i t. p. Minerale te, ulegając chemicznemu działaniu wody, rozkładają się i wydzielają przytem bezpostaciową krzemionkę, która jako opal osadza się w jamkach i szczelinach skały. Sławne są trachity w Czerwenicy na Węgrzech, wśród których znajdują się szczególnie piękne t. zw. opale szlachetne.

Uwaga. Zjawisko, które nieraz widzimy na mlecznych opalach, polegające na tem, że w świetle odbitem okazują barwę białą z odcieniem niebieskawym, a w świetle przepuszczonej żółtawo-czerwona, nazywamy opalizacją. Tak samo niebieskawy dym z kolumna jest w świetle przepuszczonej żółtawo-brunatny; przyczyną tego drobne cząstki, które unoszą się z dymem i powodują jego zmętnienie. Podobna przyczyna wywołuje opalizację, widoczną na opalach.

Gra barw w opalu szlachetnym objawia się w ten sposób, że oglądany z rozmaitych stron mieni się rozmaitemi barwami. Prawdopodobnie powodują to zjawisko liczne a bardzo drobne szczelinki w masie minerału, w których się promienie białego światła załamują, rozszczepiają i odbijają.

Chalcedon²⁾ (krwawnik, chryzopaz, heliotrop) jest zbitą, krystaliczną krzemionką. Znajduje się jako wypełnienie jamek i szczelin wśród rozmaitych skał, często także w postaciach naciekowych, nerkowatych i t. p. Zabarwiony rozmaicie, okazuje na przelomie połysk tłusty lub szklisty. Innemi własnościami zbliża się do kwarcu. Gorący ług potasowy rozpuszcza go w części (w znacznie mniejszym stopniu, niż opal). Osadzając się w jamkach, tworzy nieraz warstwy rozmaicie zabarwione, często na przemian z kwarcem bezbarwnym, ametystem krystalicznym i t. p. (agaty).

Krzemienie, pospolite w wielu okolicach naszego kraju, są zbliżone do chalcedonu. W wielu wypadkach można wykazać, że powstały z nagromadzonych, krzemionkowych igieł gąbek.

78. Boksyt, wodorotlenek glinowy, Al(HO)₃ albo Al₂O₃ · 3H₂O z domieszką SiO₂, znajduje się w masach, zabarwionych hematytem i podobnych do czerwonej gliny. Jest ważnym kruszcem, służy bowiem do otrzymywania glinu metalicznego.

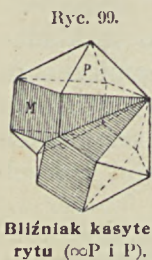
Korund³⁾, tlenek glinowy (Al₂O₃), krystalizuje się w ukl. heksagonalnym. Jest barwy rozmaitej i posiada tak znaczną twardość, że daje się zarysować tylko dyamentem lub własnymi okruchami.

¹⁾ opallios (gr.), drogi kamień u Dioskorydesa, greckiego przyrodnika.

²⁾ Od Chalcedonii w Azji Mniejszej. ³⁾ Wyras sanskrycki.

Znajduje się w niektórych skałach wybuchowych jako składnik dodatkowy (n. p. w granitach i t. p.). Ziarniste odmiany korundu pospolitego noszą nazwę *szmirglu*. Korund przezroczysty i pięknie zabarwiony na niebiesko nazywa się *szafirem*¹⁾, czerwony *rubinem*²⁾.

Dwaj Francuzi, Feil i Frémy, otrzymali sztucznie piękne kryształy rubinów i szafirów tak wielkie, że można je szlifować.

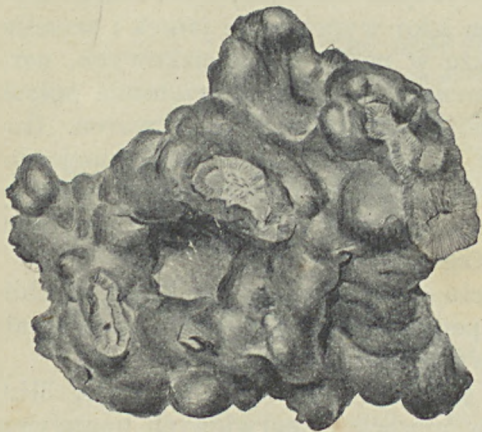


79. Kasyteryt³⁾ (T. = 6–7, c. w. 6·8–7) jest tlenkiem cynowym (SnO₂, bezwodnik kw. cynowego). Kryształizuje się w postaciach o pięciu płaszczyznach symetrii, należących do ukł. kwadratowego: zazwyczaj są one kombinacją słupa kwadratowego ∞P i piramidy P. Nierzadkie są bliźniaki, jak na ryc. 99. Zwykle barwy brunatnej, o silnym połysku tłustym lub dyamentowym, posiada rysę żółtawą lub białą.

Jedyny to, a skutkiem tego bardzo ważny kruszec cyny. Towarzyszy mu zwykle fluoryt, topaz, turmalin, apatyt i t. p. **Kupryt**⁴⁾, tlenek miedzi, Cu₂O, kryształizuje się bardzo często w ośmiościanach (por. ryc. 102.); niemniej pospolicie zdarza się w masach krystalicznych. Odznacza się barwą szaro-czerwoną i podobną rysą, tudzież bardzo silnym połyskiem. T. niezbyt wielka, c. w. znaczny.

Towarzyszy często innym kruszcom miedzi, z których powstaje skutkiem ich rozkładania się. Pod działaniem chemicznym wody i t. p. tworzy w dalszym ciągu nierzadko miedź rodzimą, nieraz w wyraźnych pseudomorfozach po kuprycie. Tak samo pseudomorfozy po nim malachitu nie są rzadkie.

Ryc. 100.

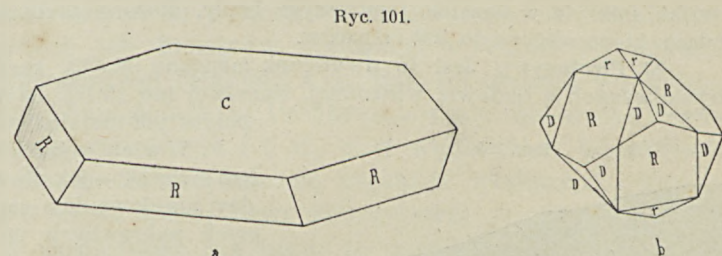


80. Limonit⁵⁾ (T. = 5–5·5, c. w. = 3·5–4) jest to wodrotlenek żelaza (2Fe₂O₃·3H₂O) i ważny kruszec tego metalu. Nigdy nie znajduje się skryształizowany, występując tylko w skupieniach krystalicznych postaci gronkowej, nerkowatej (por. ryc. 100.), często w masach niekształtnych, czasem w pseudomorfozach, n. p. po syderycie. Barwy czarnej, brunatnej lub żółtej; po roztarciu zawsze żółty, stąd we wszystkich odmianach posiada rysę tego koloru.

Hematyt⁶⁾ (T. = 5·5–6·5, c. w. = 4·9–5·3), tlenek żelaza (Fe₂O₃), znajduje się najczęściej w odmianach zbitych lub włóknistych barwy

¹⁾ sappheiros (gr.), drogi kamień niebieskiej barwy. ²⁾ ruber (łac.), czerwony. ³⁾ kassiteros (gr.), cyna. ⁴⁾ cuprum (łac.), miedź. ⁵⁾ leimón (gr.), łąka, bagno (ruda bagienna). ⁶⁾ haïma (gr.), krew.

czerwonawej, jako t. zw. *żelaziak czerwony*. Odmiana, która odznacza się barwą stalowo-szarą i wejrzeniem metalicznym, często o żywych barwach naleciałych (por. § 87.), występuje zazwyczaj w skupieniach ziarnistych lub łuszczkowatych, rzadziej w wyraźnych kryształach (jak na ryc.

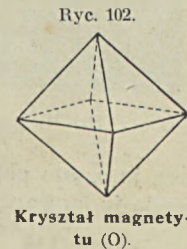


Kryształy hematytu. a — rombościan (R) ścięty od góry i od dołu dwuścianem podstawowym (C); b — rombościan (R) w kombinacji z piramidą sześcioboczną (D) i innym tępszym rombościanem (r).

101.) ukł. heksagonalnego i nosi nazwę *błyszczu żelaza*. T. hematytu znaczna, również i c. w. Obie odmiany tego ważnego kruszcu żelaza posiadają rysę zawsze czerwoną, po czym łatwo można odróżnić hematyt od limonitu lub magnetytu.

Magnetyt (T. = 5·5–6, c. w. = 4·9–5·2) jest także tlenkiem żelaza (ale wzoru Fe₃O₄), a więc jeszcze bogatszym w ten metal, niż hematyt. Znajduje się w ziarnistych masach krystalicznych, często także w wyraźnych kryształach ukł. równoosiowego, postaci ośmiościanów (por. ryc. 102.). Barwy żelazisto-czarnej z wejrzeniem metalicznym, twardością i ciężarem właściwym nie różni się od hematytu. Odznacza się własnościami magnetycznymi, okazując częstokroć magnetyzm biegunowy.

Jest to najlepszy kruszec żelaza. W drobnych ziarnach znajduje się jako składnik wielu zasadowych skał wybuchowych, także w serpentynie, gdzie powstał z rozkładu oliwinu. To też nie dziwnego, że i dla wielkich złoży tego kruszcu można w wielu wypadkach udowodnić powstanie ich na drodze wydzielienia się magnetytu i skupienia w większe masy wśród magn silnie zasadowych.

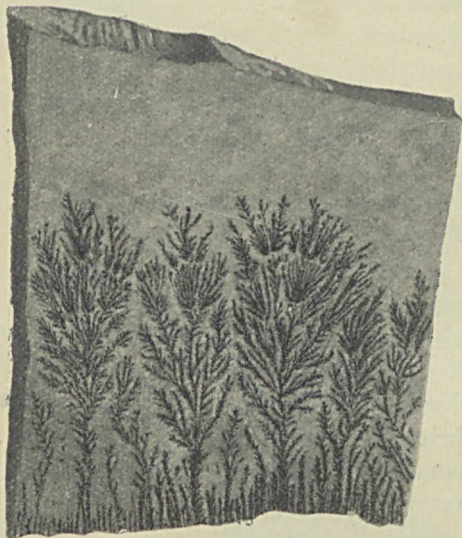


Uwaga. Magnetyt, który zaczyna się rozkładać, przyciąga często żelazne opiłki, tak jak magnes sztuczny, a sztabka z niego, na nitce wolno zawieszona, zwraca się jednym końcem na płn., drugim na pld., przyczem widzimy, że jeden jej koniec przyciąga, a drugi odpycha ten sam biegun igły magnetycznej. Mówimy zatem, że magnetyt posiada *biegunowy magnetyzm* albo *podwójny*. Żelazo (zwyczajne) nie okazuje tych własności, przyciągając zawsze jednakowo bieguny igły, to też się mówi, że posiada „magnetyzm pojedynczy“, właściwy w mniejszym lub większym stopniu wogóle wszystkim minerałom. Magnetyzm pojedynczy objawia się jednak u niektórych minerałów nie przyciąganiem, ale odpychaniem końców igły magnetycznej.

Żelazo rodzime pochodzenia tellurycznego (ziemskiego, o żelazie meteorycznym patrz przy meteorach str. 39.) jest bardzo rzadkie, znajdując się niekiedy w drobnokulkach ziarnach wśród silnie zasadowych skał wybuchowych, n. p. w bazaltach. Najwięcej takiego żelaza znaleziono do tej pory w Grenlandyi, gdzie Eskimosom było już od dawna znane. Na grenlandzkiej wyspie Disko, koło Ovik, odkryto w bazalcie tamtejszym bryły, złożone przeważnie z rodzimego żelaza, które ważyły do 500 cetnarów.

81. Piroluzyt¹⁾. Jest to dwutlenek manganu (MnO_2), zazwyczaj w masach krystalicznych o budowie włóknistej, ziarnistej lub zbitej; barwa stalowo-szara, połysk pół-metaliczny.

Ryc. 103.



Dendryty na płycie wapienia.

W wielu wypadkach można wykazać związek — jak dla magnetytu — między znajdowaniem się piroluzytu i innych pokrewnych mu rud manganowych a pewnymi skałami wybuchowymi, bogatymi w augit, amfibol, biotyt i t. p. Widocznie wspomniane skały, względnie ich magma wybuchowa, dostarczyły materiału do wytworzenia się tych kruszców, a ponieważ skały tego rodzaju zawierają obok manganu także i żelazo, więc nie dziwnego, że piroluzytowi towarzyszą często kruszce tego metalu. Nierzadkie są także wypadki, w których minerały manganowe są produktem wietrzenia syderytów, zawierających ten pierwiastek. Towarzystwem w takim razie kruszców manganu jest oczywiście limonit.

Dendryty²⁾ postaci krzaczkowatej, jakby odciski mechów i t. p., spotyka się nieraz na powierzchni skał, w najcieńszych szparkach i szczelinach; tworzą

często połączenia manganu pokrewne piroluzytowi (por. ryc. 103). Osadziła je tam oczywiście woda, przenikająca nawet w najdelikatniejsze szczelinki.

O znajdowaniu się metali i ich kruszców, o t. zw. żyłach kruszczowych i wogóle mineralnych, tudzież o kruszczowych pokładach.

82. Poznaliśmy już niektóre kruszce metali, n. p. syderyt, kasyteryt, magnetyt, piroluzyt i t. d. O innych będzie mowa dopiero niżej, ale już teraz może zwrócić naszą uwagę sposób, w jaki występują w przyrodzie minerały tego rodzaju, i okoliczności, które temu towarzyszą.

I tak widzieliśmy, że złoża magnetytu nieraz powstały niewątpliwie przez wydzielenie się wśród magm silnie zasadowych, które się

¹⁾ pyr (gr.), ogień; luo (gr.), myję, czyszczę; od dawno znanej własności tego minerału odbarwiania szkła. ²⁾ dendron (gr.), drzewo.

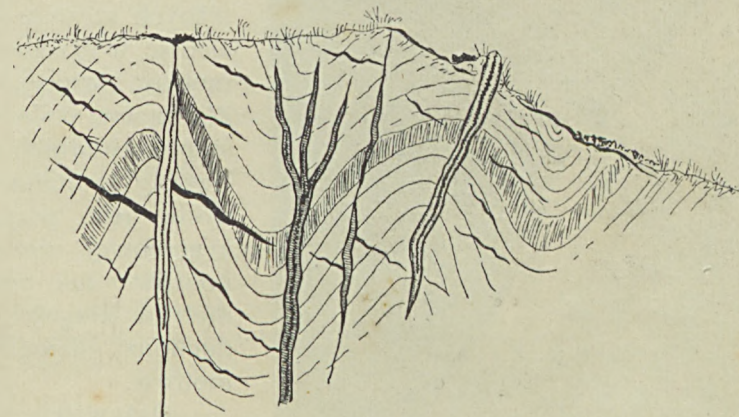
dobyły z głębi ziemi, a znajdowanie się rud manganowych często pozostaje również w związku z skałami wybuchowymi, w których widzimy minerały, zawierające mangan, jak augit, amfibol, biotyt i t. p. To, co się odnosi do wspomnianych rud żelaza i manganu, można wogóle zastosować do wszystkich metali ciężkich. Znajdowanie się w przyrodzie ich kruszców pozostaje w wielu wypadkach w oczywistej i niewątpliwej łączności z rozmaitymi skałami wybuchowymi. W sławnych kopalniach w Przybramie skały diabazowe towarzyszą kruszczom srebra, ołowiu i t. d., a w węgierskich kopalniach złota szlachetny ten metal znajduje się często w większych i mniejszych szczelinach wśród samej skały andezytowej.

Zarówno ta okoliczność, jak inna, że metale, a względnie ich kruszce są tem rzadsze w powierzchniowych częściach skorupy ziemskiej, im większy ich ciężar gatunkowy, naprowadzają nas na wniosek, iż wogóle *metale ciężkie są w górnych częściach litosfery obcymi przybyszami aż wewnątrz ziemi (barysfera, metalosfera)*. Potwierdzenie tego znajdujemy w całym szeregu innych faktów, znanych w geologii.

Jest mianowicie rzeczą uderzającą znaczna zawartość żelaza w rozmaitych ska-

łach wybuchowych — n. p. w bazalcie — dzięki oliwinowi, augitowi, magnetytowi i t. p., które wchodzi w skład tych skał i ów metal zawierają. W grenlandzkich bazaltach znajdują się gdzieś tam nawet wielkie bryły wprost rodzimego żelaza, a we wszystkich skałach wybuchowych wykazano obecność rozmaitych metali — miedzi, ołowiu, niklu, srebra, arsenu, antymonu, cyny i t. p., chociaż procentowo w bardzo nieznacznych ilościach. Inna okoliczność dowodzi jednak już bezpośrednio tego, że metale ciężkie nagromadziły się przeważnie we wnętrzu kuli ziemskiej; obliczono bowiem na kilka rozmaitych sposobów ciężar gatunkowy kuli ziemskiej jako całości i przekonano się, że wynosi on 5,7, podczas gdy przeciętna gęstość skał, znajdujących się na powierzchni ziemi, dochodzi zaledwie 2,7. Jest więc rzeczą oczywistą, że w głębi ziemi muszą być nagromadzone ciała o znacznym ciężarze gatunkowym, innymi słowy, że gromadzą się

Ryc. 104.



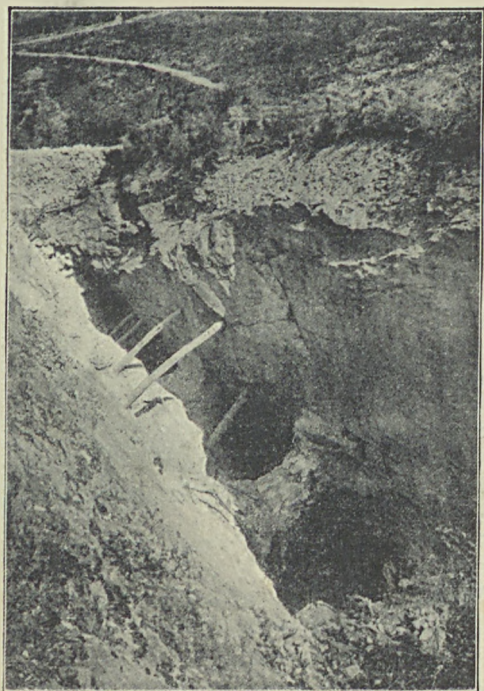
Wśród warstw pofałdowanych dwa systemy szczelin, z których starsze — czarne — zostały przerwane i przesunięte wzdłuż młodszych, wypełnionych przez rozmaite minerały i tworzących w ten sposób t. zw. żyły mineralne.

tam właśnie metale ciężkie, które są stosunkowo tak rzadkie w dostępnych nam częściach naszej planety.

83. Sposób znajdowania się metali ciężkich w powierzchniowych częściach litosfery jest przytem niemniej charakterystyczny, jak okoliczności, towarzyszące temu, które już poznaliśmy.

Znajdujemy je bardzo często w głębokich szczelinach, które przeryniają w rozmaitych kierunkach skorupę ziemi i noszą ogólne miano *żył mineralnych* lub w danym wypadku *kruszcowych* (por. ryc. 104.).

Ryc. 105.



Wielka żyła, wychodząca na powierzchnię w miejscu, gdzie dobywają z niej fluoryt; Voltenne, Francja. Według ilustracji w „La terre”.

maite skały wybuchowe (*żyły skalne*). O związku ich ze zjawiskami wulkanicznymi była mowa już wyżej (por. § 31.).

84. *Wypełnienie żyły kruszcowej* odbywa się najczęściej przy pomocy związków mineralnych, które pochodzą wprost z wnętrza ziemi, a do szczeliny dostają się z głębi, rozpuszczone w wodzie gorącej lub też w stanie gazowym. Niekiedy jednak ważnym czynnikiem przy powstawaniu żył tego rodzaju może być i zwykła woda, która przesiąka skały skorupy ziemskiej. Rozpuszcza ona związki metali ciężkich, znajdujące się, jak już wiemy, przede wszystkim w skałach

Rozmiary tych szczelin, które częstokroć sięgają głębokości bardzo znacznej, wprost niedającej się zbadać, są rozmaite, od tak cienkich jak kartka papieru, aż do żył grubości kilkunastu metrów i od takich, które się ciągną ledwie na długość kilkudziesięciu metrów, do potężnych szczelin, które można śledzić w przebiegu kilku kilometrów i więcej (por. ryc. 105.). Złotonośna żyła Comstock, u stóp wschodnich stoków Sierry Nevada w Stanach Zjednoczonych, jest przykładem żyły kruszcowej niezwyklej rozmiarów; ma ona kilka kilometrów długości, a grubość jej dochodzi gdzieś tam paruset metrów.

Oczywiście w szczelinach takich niezawsze mogły się nagromadzić pewne minerały i w bardzo wielu wypadkach widzimy, że wypełniły je rozmaite

wybuchowych, a następnie, jeżeli znajdzie po drodze szczelinę, osadza je tam w nowej postaci. Niemalą rolę odgrywają przy tych procesach także takie ciała gazowe, jak n. p. H_2S ; wznosząc się bowiem szczelinami (solfatary) i zetknawszy się z wodą, zawierającą rozpuszczone pewne związki metali, dają początek nowym mineralnym połączeniom, które, jako nierozpuszczalne w wodzie, osadzają się zwolna na ścianach szczeliny w postaci siarczków, n. p. ołowiu, srebra i t. p.

Oczywista, że w ten sposób powstają także i inne „minerały żyłowe“, które nie są kruszcami metali, ale zwykle im towarzyszą. Tworzą one często nawet bez współdziałania kruszców żyły mineralne, zwane w takim razie przez górnika „pustemi“ albo „jałowemi“.

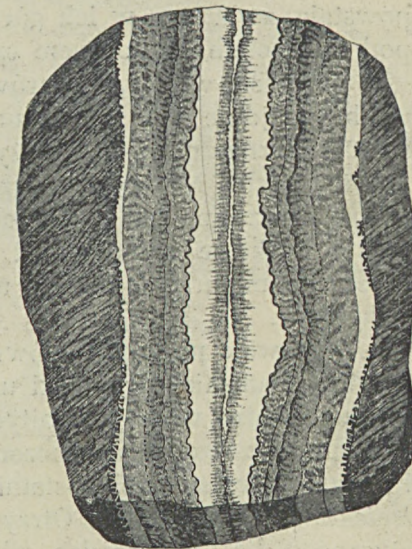
Budowa i złożenie żył mineralnych pozostaje w ścisłym związku ze sposobem ich wypełnienia. Zwykle okazują one dokładną symetrię w swojej budowie. Rozmaite minerały wypełniają je w takim razie warstwami, które na przekroju żyły zmieniają się kolejno z lewej strony i z prawej zupełnie w takim samym porządku (por. ryc. 106.), odpowiadając następującym po sobie okresom osadzania się minerałów. Co się zaś tyczy złożenia żył mineralnych, to tworzą one zazwyczaj pewne dające się dokładnie określić stowarzyszenia, n. p. razem z kasyterytem znajdujemy zawsze topazy, fluoryt, turmalin i apatyt, a więc rozmaite minerały zawierające fluor i t. p.

To dobieranie się w pewne określone towarzystwa wogóle rozmaitych minerałów jest następstwem jednakowych warunków, wśród których mogą one powstać w przyrodzie; stąd nazwa dla tego zjawiska *parageneza*¹⁾.

85. Znajdowanie się kruszców rozmaitych metali w górnych częściach skorupy ziemskiej nie ogranicza się jednak tylko do żył, o których co dopiero była mowa. I tak widzimy, że ziarnisty syderyt spotyka się często nie w żyłach, ale w potężnych jakby pokładach, n. p. w Eisenerz w Styrii; magnetyt występuje nieraz w potężnych pniach, n. p. na Uralu, a galman znajdujemy w gniazdach pośród dolomitów w Krakowskiem, Olkuskim lub na Śląsku.

Tego rodzaju złoża powstają w rozmaity sposób. Olbrzymie pnie magnetytu bywają produktem wydzielenia się tego minerału w wielkiej masie wśród magm silnie zasadowych, które w związki żelaza bardzo obfitują (porówn. bazalt lub labradoryt). Mniejsze gniazda kruszcowe mogą się znowu tworzyć przez wyparcie jakiegoś innego minerału, n. p. wapienia. Znana już nam blenda cynkowa (ZnS), nierzadki minerał żyłowy, utleniając się, przeobraża się w wityriol cynku,

Ryc. 106.



Okaz wycięty z kawałka żyły, z ścianami wygładzonymi.

¹⁾ pará (gr.), przy, obok; génesis (gr.), powstawanie.

$ZnSO_4 + 7H_2O$. Rozpuszcza się on w wodzie i, jeżeli się dostanie wraz z nią w szczeliny wśród pokładów wapiennych, zamienia węglan wapnia na odpowiedni siarczan, który woda wypłukuje, podczas kiedy cynk z kwasem węglowym daje galman, osadzający się gniazdami w miejsce wylugowanego wapienia (względnie dolomitu). W sposób niewątpliwie podobny wytworzyły się pokłady ziarnistego syderytu. Czasem pokładowe złoża kruszcowe mogą być osadem chemicznym, który powstał równocześnie z skałą, wśród której kruszec występuje.

86. **Znaczenie żył i pokładów kruszczowych dla człowieka, jego kultury i przemysłu jest wprost olbrzymie.** Oneto dostarczają prawie wszystkich metali, bez których człowiek dzisiejszy prawie nie umiałby się obejść, a jedna z najważniejszych gałęzi górnictwa, polegająca na dozywaniu kruszców z głębi ziemi i wytapianiu rozmaitych metali, na nich się opiera.

W żyłach spotykamy jednak nawet metale rodzime, które powstają, zwłaszcza w ich górnych częściach, z rozkładu kruszców pod działaniem chemicznem czynników atmosferycznych, wody i t. p.

Wreszcie wiemy, że zarówno w żyłach kruszczowych, jak i w pustych, znajduje się wiele innych minerałów, zwanych żyłowymi, z których znaczna część należy także do minerałów mniej lub więcej pożytecznych. Między najpospolitszymi minerałami żyłowymi, które nie są kruszczami, jak n. p. kwarzec żylny, kalcyt, piryt, fluoryt, baryt, apatyt, niektóre krzemiany i t. d., taki apatyt lub spat islandzki należą do minerałów dużego użytku i stąd bywają nawet umyślnie dożywane.

Tak więc przyroda, głównie przy pomocy wody krążącej w głębi skorupy ziemskiej, gromadzi ustawicznie w t. zw. żyłach lub w innej postaci bardzo wiele rozmaitych minerałów pożytecznych, a często-kroć pierwszorzędnego znaczenia dla człowieka, jak właśnie kruszce. Przeważna część tych ostatnich, spotykana w żyłach, należy do *łśnieńców (lamprytów)*. Otrzymały one swą nazwę od charakterystycznego dla nich, bardzo silnego połysku, połączonego zazwyczaj z wybitnie metalicznym wyglądem.

Opisem łśnieńców zajmujemy się obecnie. X *Dot*

Łśnieńce (lampryty).

Iskrzyki.

X 87. Połączenia metali z siarką lub arsenem i pokrewnymi pierwiastkami; krystalizują się rozmaicie; zawsze z wejrzeniem metalicznym; zazwyczaj dosyć wysokiego stopnia twardości i ze znacznym ciężarem gatunkowym.

Piryt¹⁾ (T. = 6—6,5, c. w. = 4,9—5,2), siarczek żelaza (FeS_2), krystalizuje się w ukł. równoosiowym (por. ryc. 107.), a odznacza się metaliczną barwą mosiężnie-żółtą z rysą czarniawo-brunatną. Często

¹⁾ pyr (gr.), ogień; pyritis (gr.), kamień do krzesania ognia.

zawiera drobne domieszki niklu, miedzi i t. d., niekiedy srebra i złota.

Jest to jeden z najpospolitszych minerałów. W żyłach mineralnych można go spotkać bardzo często, prócz tego znajduje się w najrozmaitszych skałach osadowych — wprysnięty i t. p.

Markazyt¹⁾ składem chemicznym nie różni się od piryty; tak samo swymi fizycznymi własnościami zbliża się do niego zupełnie i tylko krystalizuje się inaczej, bo w ukł. rombownym. Oba wspomniane minerały są zatem przykładem różnopościowości, podobnie jak kalcyt i aragonit.

Markazyt należy do minerałów dosyć rozpowszechnionych. Daje się odróżnić od piryty nie tylko po odmienną krystalizacji, ale często już na pierwszy rzut oka także po odcieniu barwy bardziej cynowo-szarym. W przyrodzie łatwo przeobraża się w limonit.

Chalkopiryty²⁾ (T. = 3,5—4, c. w. = 4,1—4,3). Siarczek żelaza i miedzi ($Cu_2Fe_2S_4$); krystalizuje się w ukł. kwadratowym w postaciach półwkłowych względem piramidy kwadratowej, P, zwanych klincami, $\pm \frac{P}{2}$, które odpowiadają czworościanom równoosiowym i wyprowadzają się zupełnie tak samo. Na ryc. 108. a jest przedstawiona kombinacja $+\frac{P}{2} - \frac{P}{2}$ z przewagą jednej z tych postaci; bardzo często zdarzają się bliźniaki przerosłe, jak na ryc. 108. b. Rozwartością krawędzi kryształy chalkopiryty zbliżają się bardzo do ukł. równoosiowego. Zazwyczaj jednak minerał ten znajduje się w większych masach zbitych, nie tworząc wyraźnych kryształów. Barwa chalkopiryty zielonawo-siwozowa. Jest najpospolitszym, chociaż nie najlepszym kruszczem miedzi.

Wierzchnia warstewka chalkopiryty rozkłada się często, skutkiem czego może on na powierzchni zmienić barwę na czerwoną lub niebieską. Mówimy w takim razie, że okazuje *barwy naleciałe*.

Nikielin. Połączenie niklu z arsenem (NiAs); zazwyczaj, jak chalkopiryty, w masach zbitych i wprysniętych, barwy jasno-miedzianej z czarną rysą.

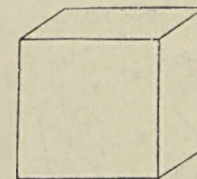
Jest ważnym kruszczem niklu, a więc metalu, który ma dzisiaj bardzo szerokie zastosowanie. X

Błyszczce.

88. Połączenia metali z siarką i pokrewnymi pierwiastkami posiadają wejrzenie metaliczne, dosyć znaczny ciężar właściwy, ale niewielką twardość (poniżej 3).

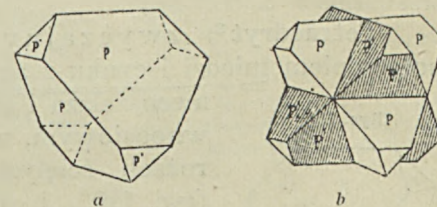
¹⁾ Wyras pochodzenia arabskiego. ²⁾ chalkos (gr.), miedz.

Ryc. 107.



Kryształ piryty
(∞0∞).

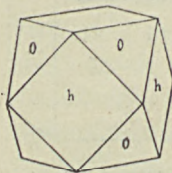
Ryc. 108.



Kryształy chalkopiryty. p: + $\frac{P}{2}$; p': - $\frac{P}{2}$.

Galenit¹⁾ albo **galena** (T. = 2,5, c. w. = 7,3–7,6, siarczek ołowiu, PbS, zazwyczaj z domieszką siarczku srebra, Ag₂S; krystalizuje się w ukł. równoosiowym (por. ryc. 109.), jest barwy ołowiano-szarej. Łupliwość doskonała według ∞O∞.

Ryc. 109.



Kryształ galenitu. h: ∞O∞; o: O (w równowadze).

Jest najważniejszym kruszczem ołowiu, a także ważnym kruszczem srebra.

Argentyt²⁾ (T. = 2–2,5, c. w. = 7–7,4) jest siarczkiem srebra, Ag₂S; krystalizuje się w ukł. równoosiowym, najczęściej w ∞O∞, ale także w O i t. p. Wogóle dosyć podobny do galenitu, ma barwę czarniawo-ołowianą, połysk słaby, daje się strugać jak ołów.

Chalkozyn, Cu₂S (siarczek miedzi), krystalizuje się w układzie rombowym, ale najczęściej znajduje się w masach zbitych barwy czarniawej, o nieznacznej twardości; zwykle w towarzystwie chalkopirytu, jak n. p. u nas w Kieleckiem.

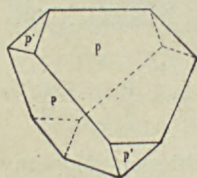
Antymonit, Sb₂S₃ (siarczek antymonu), należy także do błyszczków. Krystalizuje się w długich, iglastych kryształach rombów, barwy ołowiano-szarej; zazwyczaj w masach krystalicznych o budowie wyraźnie pręcikowej. Służy do otrzymywania metalu antymonu.

Tetraedryty i minerały pokrewne.

89. Są to połączenia metali ciężkich z arsenem, antymonem i t. p., tudzież z siarką. Niewszystkie mają wygląd metaliczny. T. nieznaczna, około 3. C. w. przeważnie 5–6.

Tetraedryt³⁾ z wyczejny (T. = 3–4, c. w. = 4,5–6) jest połączeniem miedzi i cynku z antymonem i siarką; zawiera przytem nieco żelaza i arsenu. Krystalizuje się w ukł. równoosiowym, najczęściej w czworościanach o narożach ściętych ścianami drugiego czworościanu (ryc. 110.), i stąd poszła jego nazwa. Jest barwy stalowo-szarej lub żelazisto-czarnej.

Ryc. 110.



Kryształ tetraedrytu (+ $\frac{0}{2}$ · - $\frac{0}{2}$).

Pirargiryt⁴⁾ jest połączeniem srebra z antymonem i siarką. Krystalizuje się w postaciach słupkowatych ukł. heksagonalnego; barwy karmazynowej w rozmaitych odcieniach aż do ołowiano-szarej, ma połysk silny, dyamentowy, a rysę zawsze świetnie czerwoną. Wyborny kruszec srebra, który wraz z bardzo do niego podobnym **prusytem**⁵⁾ (połączenie srebra z arsenem i siarką) jest dobywany w wielu kopalniach.

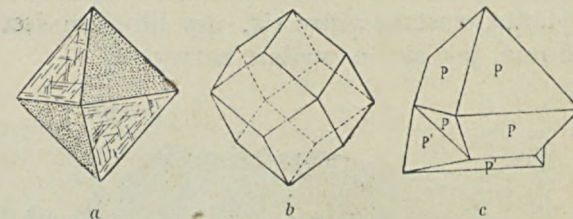
Blendy.

90. Połączenia cynku, rtęci i metali pokrewnych (kadm i t. d.) z siarką. Odnaczają się wejrzeniem niemetalicznym i silnym, dyamentowym połyskiem.

¹⁾ galéne, nazwa grecka tego minerału. ²⁾ argentum (łac.), srebro. ³⁾ Od postaci kryształów. ⁴⁾ pyr (gr.), ogień; argyros (gr.), srebro. ⁵⁾ Tak nazwany na cześć chemika francuskiego Prousta.

Sfaleryt albo **blenda cynkowa**¹⁾ (T. = 3,5–4, c. w. = 3,9–4,2). Siarczek cynku, ZnS; krystalizuje się w ukł. równoosiowym, często w postaciach, które są kombinacją dwóch czworościanów, n. p. jak na ryc. 111. a; nierzadkie są także dwunastościany rombowe (ryc. 111. b) lub bliźniaki z dwóch ośmiościanów, zrosłych według ściany bliźniaczej O (por. ryc. 111. c).

Ryc. 111.



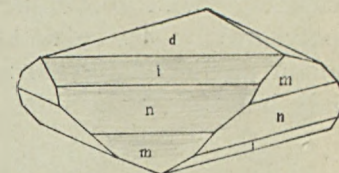
Kryształy blendy. a: ± $\frac{0}{2}$; b: ∞O; c: bliźniak (O).

Wspomniane dwunastościany rombowe są jakby kombinacją trzech słupów czworościennych, równoległych do osi X, Y, Z, które w tym układzie, w myśl równości wszystkich osi, muszą występować równocześnie, tworząc w ten sposób razem taki właśnie dwunastościan ze znakiem ∞O (w innych układach używaliśmy na słupy znaku ∞P). Blenda jest zwykle ciemnobrunatna, przeświecając zielonawo-żółto, zwłaszcza w krawędziach. Łupliwość doskonała według ścian ∞O.

Cynober²⁾ (T. = 2–2,5) c. w. = 8–8,2) jest siarczkiem rtęci (HgS); krystalizuje się w ukł. heksagonalnym, por. ryc. 112.; zazwyczaj w masach zbitych, wpryśnięty, zmieszany z iłem i t. p. Posiada barwę szkarłatną lub szarą, rysę czerwoną.

Tutaj należą także **realgar** (AsS) i **aurypigment** (As₂S₃).

Ryc. 112.



Kryształ cynobru. m: ∞P (∞R), n, i: dwa rombościany; n — ostrzejszy (2R), i — tępszy ($\frac{1}{2}$ R); d: oP (oR).

O ruchach, którym ulega skorupa ziemska, o jej fałdowaniu się, powstawaniu gór i t. p.

91. Poznaliśmy już dawniej owe głębokie pęknięcia w skorupie ziemskiej, z którymi pozostają na powierzchni ziemi w tak ścisłym stosunku zależności wulkany, gorące źródła, mofetty, solfatary i t. p. (por. § 21.); mieliśmy także sposobność przypatrzeć się innym jeszcze szczelinom olbrzymiego znaczenia dla kultury i przemysłu człowieka, bo w nich znajduje on cenne kruszce metali i wiele innych minera-

¹⁾ sfalerós (gr.), zwodniczy; blenden (niem.), mamić, łudzić; długi czas nie umiano wytapiać cynku ze sfalerytu i minerał ten odrzucono w kopalniach jako bezużyteczny, chociaż wyglądem „łudzaco“ podobny do niektórych kruszców, już wówczas cenionych. ²⁾ Wyraz pochodzenia — jak się zdaje — indyjskiego.

łów, nader pożytecznych (§§ 82—86.). Nasuwa się teraz samo z siebie pytanie: Jak to się dzieje, że skorupa ziemi, w każdym razie niepospolitej grubości, i zwięzłe skały, które ją tworzą, mogą popękać: w jaki sposób mogło powstać mnóstwo szczelin, które sięgają nieraz aż do tych miejsc kuli ziemskiej, gdzie panuje temperatura, zdolna stopić ciała nawet bardzo trudno topliwe? Aby odpowiedzieć na te pytania, zastanowimy się, czy litosfera jest rzeczywiście tak nieruchoma, jak się to wydaje zazwyczaj.

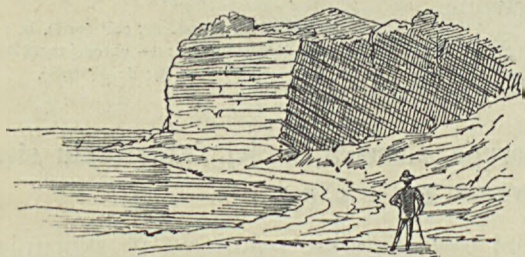
Ryc. 113.



Terasa nadbrzeżna na północnej stronie wyspy norweskiej Lekö. (Według Touli.)

Już to, co widzieliśmy dotychczas, przemawia stanowczo przeciw takiemu przypuszczeniu. Wszak przekonaliśmy się, że ogromna większość skał osadowych, rozmaite wapienie, piaskowce i t. d. są po większej części niewątpliwym osadem morskim; a jednak dzisiaj spotykamy je na lądzie stałym, nieraz bardzo znacznie wzniesione ponad powierzchnię morza. Jeżeli ocean z tych miejsc ustąpił, musiały powstać gdzie indziej na powierzchni ziemi jakieś zakłębienia,

Ryc. 114



Skała osadowa o warstwach pochylonych.

w które woda spłynęła, albo ląd stały musiał się w tym miejscu wydzwignąć. Obniżania się dna morskiego dowodzą także atole (§ 53.), a terasy dolinowe są często następstwem ruchów lądu stałego (§ 66.). Ale i nad morzem znajdują się nieraz t. zw. „terasy nadbrzeżne“, znacznie wyniesione nad po-

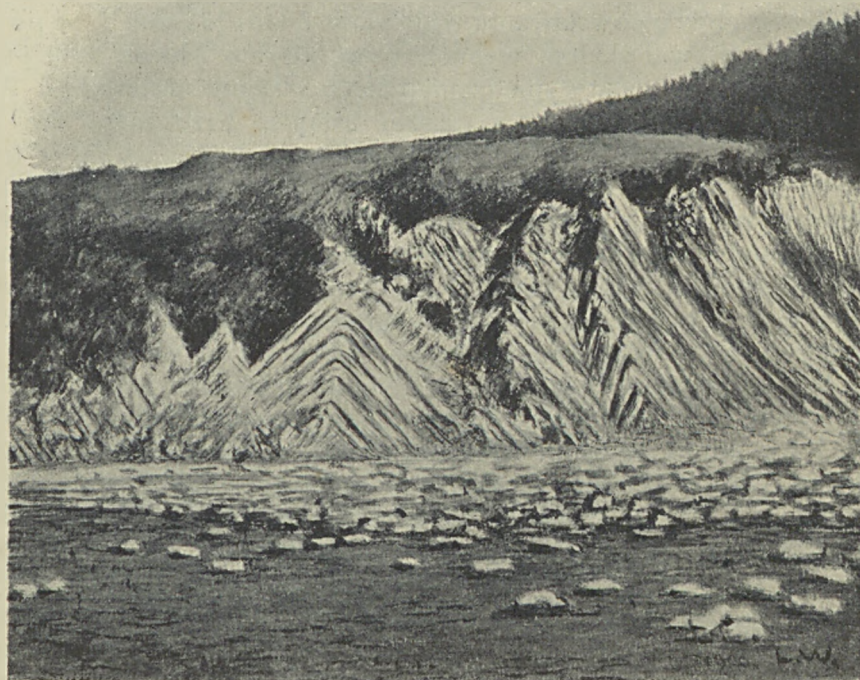
wierzchnią wody (ryc. 113.). Widzimy je n. p. u wybrzeży Norwegii lub na niektórych wyspach, gdzie można czasem stwierdzić, że wzniesienie ich z jednej strony wyspy jest większe, aniżeli po stronie przeciwnej. Oczywiście w takim razie mamy do czynienia bezwarunkowo nie ze zmianami poziomu morza, ale z podnoszeniem się lądu.

Przypatrzymy się teraz jednemu i drugiemu łomowi kamienia w Karpatach lub n. p. w górach Kielecko-sandomierskich, a najczęściej zobaczymy tam warstwy rozmaicie pochylone (ryc. 114.), nawet wyraźnie

pogięte i pofałdowane (ryc. 115.). Tego rodzaju ułożenie warstw jest charakterystyczne dla wszystkich gór łańcuchowych i oczywiście jest wyrazem zdolności skorupy ziemskiej układania się w zmarszczki, fałdy i t. p.

Mamy tu przykłady dwojakiego rodzaju ruchów, którym może ulegać skorupa ziemi: jedne z nich są płaszczynowe, powodujące, że całe płyty litosfery podnoszą się lub zapadają, i nazywamy je

Ryc. 115.

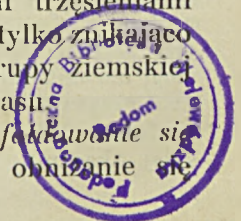


Warstwy piaskowca, pogięte w wyraźne fałdy, u ujścia Peremyski do Prutu między Delatynem a Dorą. Według fotografii prof. Szajnochy.

ruchami kontynentalnymi albo epeirogenicznymi; drugie mają charakter linijny i obejmujemy je nazwą *fałdowania się* warstw skalnych.

Bezpośrednio nie możemy zazwyczaj obserwować owych rozległych poruszeń litosfery w ich przebiegu, bo chociaż jako takie zaznaczają się dla naszych zmysłów n. p. rozległymi trzesieniami ziemi, ale największe nawet katastrofy tego rodzaju są tylko znikającym drobnym momentem w procesie fałdowania się skorupy ziemskiej lub t. p., rozłożonym na niesłychanie długie okresy czasu.

92. Co to więc za siła, która może powodować fałdowanie się warstw skorupy ziemi, grubych na tysiące metrów, obniżanie się



całych części litosfery i t. p.? Musi być ona oczywiście tak ogólna, jak zjawiska, które wywołuje, i działać obecnie, jak działała w dawnych okresach dziejów ziemi.

Pytanie to stawiano sobie już dawno i z dawna szukano nań odpowiedzi. Jeden z tworców nauki geologii, Werner¹⁾, i cała szkoła *neptunistów*²⁾ dopatrywali się w powstawaniu gór, jak w całym szeregu innych zjawisk geologicznych, działania wody, w tym wypadku mechanicznego. Przeciwno temu wystąpili *plutonisci*, którzy tłumaczyli genezę systemów górskich oddziaływaniem bezpośrednim materiałów nagromadzonych we wnętrzu ziemi w myśl swoich poglądów o powstawaniu wulkanów. Znany już nam Leopold Buch przypisywał skałom wybuchowym, które w Alpach występują w ogromnych masach, wypiętrzenie całego systemu alpejskiego. Ale zapatrywania takie musiały z czasem ustąpić. Przekonano się, że nawet same wulkany powstają nie skutkiem podniesienia się w tym miejscu warstw skorupy ziemskiej, są bowiem zbudowane z materiałów wyrzucanych podczas wybuchów, a bliższe zbadanie budowy gór pasmowych wykazało, że trzeba się tu liczyć z innymi siłami. Najpopularniejszą jeszcze ciągle i zarazem najprostszą jest „teoria kontrakcyjna“ tworzenia się gór, wypracowana przez znakomitych, współczesnych nam geologów: Dana, Heima i Suessa³⁾.

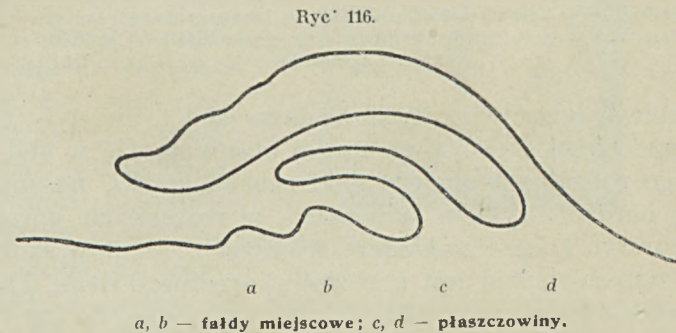
Wiemy bowiem, że wewnątrz kuli ziemskiej posiada jeszcze dzisiaj temperaturę — w myśl teorii Kanta-Laplace'a — niestychanie wysoką (por. § 1.), mimo, że na powierzchni powstała już skrzepla i ostygła skorupa. Ołóż oczywista, że skutkiem dalszego oziębiania się ziemi i krzepnięcia tudzież kurczenia się coraz głębszych części naszej planety dzieje się coś podobnego, jak na jabłku, na którym skórka marszczy się w miarę, jak mięsz wysycha. Skutkiem bowiem przyciągania, wywieranego przez środek ziemi, powstają w litosferze, w miarę, jak kurczy się jądro, siły poziome (styczne), które działają podobnie, jak w sklepieniu. Pod ich wpływem warstwy skorupy ziemi układają się w fałdy, tak, że litosfera może ciągle przylegać do jądra kurczącego się bezustannie.

Zmarszczki, które tworzą się w ten sposób na ziemi, to góry, rozsiane po całej jej powierzchni. Warstwy rozmaitych skał osado-

¹⁾ Abraham Gottlob Werner (1750—1815) był profesorem Akademii górniczej w Freibergu. Ogromny był wpływ jego na rozwój współczesnej mu geologii i mineralogii. ²⁾ Neptun, bóg morza. ³⁾ James D. Dana (1813—1895) jest najznakomitszym geologiem, jakiego wydała Ameryka. Położył także zasady dla mineralogii i zoologii. Heim Albert (ur. 1849) wykłada dotychczas na Uniwersytecie i Politechnice zurychskiej. Suess Edward (ur. 1831) był profesorem Uniwersytetu w Wiedniu i do ostatnich czasów prezesem wiedeńskiej Akademii Umiejętności. Głośne jest jego dzieło: „Das Antlitz der Erde“.

wych znajdujemy w nich rozmaicie pogięte i pofałdowane (por. ryc. 115.), w postaci *siodel*, zwanych także antyklinami, tam, gdzie fałd przedstawia się jako wzniesienie, tudzież *łęków*, nazywających się inaczej synklinami, tam, gdzie fałdy tworzą zakłębienie między dwoma siodłami. Co do niektórych gór (Alpy, Tatry) zostało stwierdzone niewątpliwie, że są zbudowane z olbrzymich fałdów, których powalone siodła przesunęły się jedne ponad drugimi na odległość dziesiątek, a nawet więcej kilometrów, fałdując się drugorzędnie (ryc. 116.). Siodła tego rodzaju nazywają się *płatczowinami*.

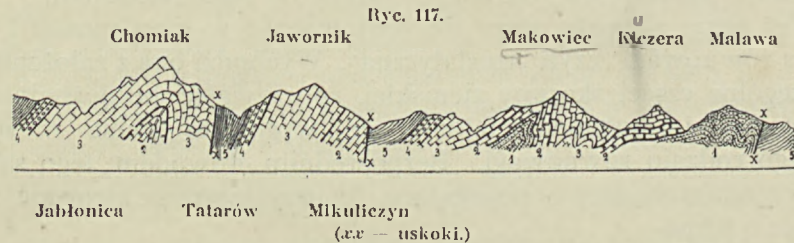
Też same zjawiska stara się wytłómaczyć w inny sposób t. zw. „teoria równowagi“ czyli „izostatyczna“. Wychodzi ona z założenia, że poszczególne części skorupy ziemskiej, spoczywając bezpośrednio na ognisto-ciekłej magmie, znajdują się względem siebie w stanie pewnego rodzaju równowagi. Bezpośrednim dowodem tego są doświadczenia wahadłowe, pokazujące, że przyspieszenie ziemskie (por. w fizyce o waha-



dle) w wysokich górach odpowiada zawsze pewnym ubytkom masy pod nimi, podczas gdy na morzach, a więc w zakłębieniach naszej litosfery, stwierdza w głębi z reguły jej nadmiar. Chociaż jednak dzięki takiemu rozmieszczeniu mas w skorupie ziemi owa równowaga czyli izostazyja istnieje, to trzeba pamiętać, że są czynniki, które dążą bezustannie do jej zachwiania. Procesy denudacyjne powodują bowiem, że z łądów stałych ubywa ciągle materiałów, które, splukiwane przez rzeki, gromadzą się w przyległych morzach w olbrzymiej ilości, zwłaszcza jeżeli dno morskie stale się obniża, robiąc w ten sposób miejsce nowym osadom. W miarę zaś narastania świeżych warstw rozpoczyna się pewnego rodzaju odpływ mas nagromadzonych w nadmiarze ku obszarom ubytku. Głęboko pod powierzchnią litosfery, gdzie warstwy skalne skutkiem znacznego ciśnienia znajdują się w stanie pewnego rodzaju plastyczności, tworzą się fałdy, które przewalają się i wydłużają niepomiarowo w postaci płatczowin, nasuwając się, marszcząc i płynąc niejako jedne nad drugimi, ku strefie ubytków. W ten sposób powstaje budowa płatczowinowa w głębi skorupy ziemskiej, gdzie jedynie — skutkiem panującej tam plastyczności materiału skalnego — istnieją po temu warunki odpo-

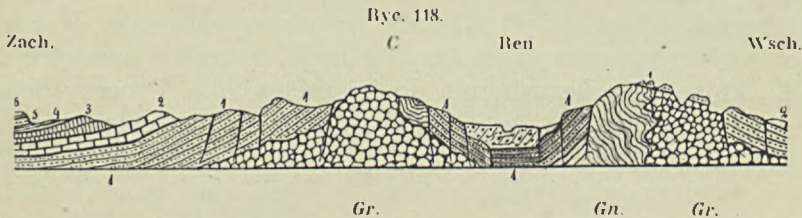
wiednie. Proces ten kończy się wreszcie podniesieniem całości w górę, a wtedy skutkiem erozyji i denudacyi warstwy powierzchniowe ulegają zniszczeniu i odsłania się cały system płaszczowin (por. ryc. 166.).

Łańdowaniu się i t. p. warstw litosfery towarzyszy jednak zwykle pęknięcie jej w pewnych kierunkach i tak powstały owe częstokroć bardzo głębokie i rozległe szczeliny, wzdłuż których znajdujemy nieraz całe szeregi wulkanów czynnych i wygasłych, często olbrzymie masy skał wybuchowych, lub które gdzie indziej tworzą podstawę mine-



Ryc. 117.
Przekrój przez Karpaty w Galicji wschodniej, jako przykład gór łańcuchowych. Według prof. Zubera. Chomiak, Makowiec przedstawiają wyraźne siodła (pochyłe), podczas gdy dolina między Chomiakiem a Jawornikiem jest oczywistym łukiem.

ralnego bogactwa całych krajów, jako t. zw. żyły kruszcowe. Nieraz duże części skorupy ziemskiej obsuwają się w głąb wzdłuż pęknięć tego rodzaju, tworząc w taki sposób uskoki, nasunięcia i t. p., które są bardzo zwykłym zjawiskiem w rozmaitych górach łańcuchowych (por. ryc. 117.). Przykładem większych załamów skorupy ziemi wzdłuż pewnych spękań jest n. p. dolina średniego Renu, która skutkiem tego powstała (por. ryc. 118.), morze Czerwone, dolina Jordanu i t. d.



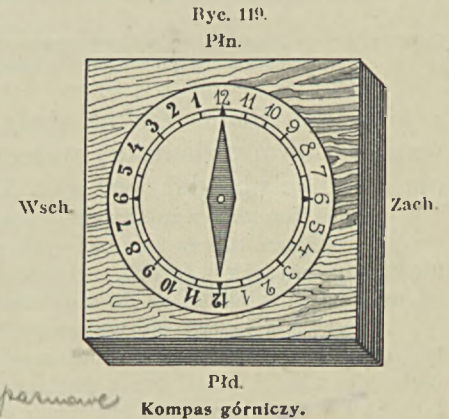
Ryc. 118.
Przekrój przez Wogezy, dolinę Renu i Schwarzwald na płd. od Strassburga. Gr. — granit, Gn. — gnejs, C — warstwy syst. węglowego, 1-6 — pstry piaskowice (dolna część syst. tryasowego). Pionowe kreski oznaczają uskoki.

93. Wszystkie co dopiero wymienione zjawiska nazywają się *tektonicznymi*¹⁾. Stąd doliny, które mają takie pochodzenie, będąc łukiem między dwoma siodłami, lub zapadliskiem jakiejś części skorupy ziemskiej skutkiem jej spękania, odróżnia się jako *doliny tektoniczne* (w przeciwstawieniu do *erozyjnych*), a trzęsienia ziemi, które

¹⁾ tektonikós (gr.), pozostający w związku z budową.

pozostają w bezpośrednim związku ze zjawiskami tego rodzaju, noszą miano *trzęsień tektonicznych*, będących najlepszym dowodem, że „geotektoniczne“ siły ciągle działają dziś, jak i dawniej. Wyniosłości, które im zawdzięczają swoje powstanie, są to przede wszystkim *góry fałdowe*, w przeciwstawieniu do *wulkanicznych* lub takich, które wytworzyły się skutkiem erozyjnego działania wód płynących („góry erozyjne“) (por. §§ 23. i 71.).

Dla poznania wewnętrznej budowy czyli tektoniki warstw skorupy ziemi w danym miejscu jest bardzo ważną rzeczą określenie kierunku fałdów czyli *biegu warstw* sfałdowanych, tudzież *kierunku i wielkości ich nachylenia*. Oznacza się to przy pomocy *kompasu górniczego* (por. ryc. 119.), którego obwód jest podzielony na 2 razy po 12 godzin górnicych, odpowiadających rozmaitym stronom świata, przyczem jednak wschód i zachód są przemienione. Mówi się zatem, że dane warstwy mają bieg h (hora, godzina górnicza) 10, nachylenie płn.-zach. 45° i t. p. (por. str. 108., zad. 3.).

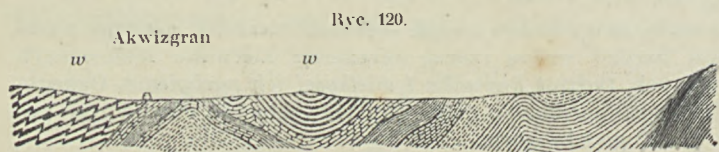


94. Oczywiście skorupa ziemi ulega wszakże czynnikom denudacyjnym tam, gdzie się spiętrzyła, jeszcze silniej, niż w zwykłych warunkach. Tak więc młode fałdy skorupy ziemskiej, które przedstawiają się jako wyraźne *góry łańcuchowe*, ulegają z wolna, ale usta-

wicznie obniżeniu. W miarę tego ich charakter pasmowy zaciera się, przekroje dolin i kontury szczytów łagodnieją, wyniosłości obniżają się i „starzeje się krajobraz“, a wreszcie cały system górski przeobraża się w t. zw. *góry masowe* albo *szczałkowe*, jakimi są nasze góry Kielecko-sandomierskie; często zaś rozpada się jeszcze cały łańcuch na poszczególne części, skutkiem powstania na jego obszarze większych załamów w skorupie ziemskiej. Środkowa wyżyna Francuska, góry Nadreńskie z Wogezami i Szwarzwaldem, Harc, Las Turyński, czeskie góry Krušcove, Sudety i góry Kieleckie są resztką jednego potężnego systemu górskiego, który w epoce węglowej spiętrzył się w miejscu dzisiejszej środkowej Europy i nosi w geologii nazwę gór Hercyńskich. W ciągu następnych epok geologicznych uległ on z wolna zniszczeniu i rozpadł się na poszczególne gniazda, które pozornie nie okazują dzisiaj żadnej łączności z sobą.

Ostatecznym wreszcie losem, który spotyka systemy górskie wszelkiego rodzaju, to zupełne zniszczenie, skutkiem czego ginie nieraz prawie wszelki ślad ich w zewnętrznej rzeźbie powierzchni ziemi i w takim razie wskazuje tylko wewnętrzne ułożenie, czyli *tektonika* warstw, że w miejscu tem wznosiły się dawniej całe pasma

górskie. Nic zatem dziwnego, że wszystkie najwyższe góry łańcuchowe, jakie obecnie widzimy na ziemi, Himalaje, Kordyliery i Andy, Alpy, Pireneje, Karpaty, Apeniny i t. p., powstały stosunkowo niedawno; a „siły orogeniczne“ działają w nich po części nawet jeszcze obecnie, jak można wnosić z gwałtownych i nierzadkich trzęsień ziemi w tych okolicach. Czeka je wszakże los taki sam, jaki spotkał



Pofalowane (z lewej strony w drugorzędne zygzaki) warstwy sylurskie, dewońskie i węglowe (w) w okolicy Akwizgranu.

z nich ani śladu. Znikną kiedyś z powierzchni ziemi i tylko fałdy warstw skorupy ziemskiej w tym miejscu będą dowodzić ich istnienia w dobie ubiegłej (por. ryc. 120.).

Gdzie denudacja zniszczyła wierzchołki fałdów, tam odsłaniają się rozliczne warstwy starsze, nieraz na znacznych przestrzeniach. Stąd nigdzie równie często nie znajdujemy, jak w górach, takich odsłoneń, w których możemy widzieć warstwy od młodszych wiekiem aż do najstarszych.

Oczywista jednak, że we wszystkich epokach dziejów ziemi skorupa jej nie tylko fałdowała się, ale niemniej wypiętrzenia te ulegały nieraz daleko posuniętej denudacji, jeżeli przez dłuższy przeciąg czasu, w okresie lądowym, działały na nie takie czynniki, jak woda, powietrze i t. p. Nowy zalew morza, czyli nowa morska transgresja¹⁾ osadzała w takim razie na warstwach sfalowanych

i wogóle „dyslokowanych“ (wyruszonych z pierwotnego położenia) świeże skały osadowe, naturalnie poziomo, tworząc w ten sposób układ warstw, które leżą na starszych „niezgodnie“ (ryc. 121. d, e). Jeżeli osad późniejszy powstał na rozmaitych warstwach starszych, mówimy, że leży on na nich „przekraczająco“ (ryc. 121. f, g).

95. Już wyżej wspomnieliśmy, że rozległe trzęsienia ziemi są zjawiskiem, który pozostaje w ścisłym związku z procesami tektonicznymi, odbywającymi się w skorupie ziemskiej. To też nazywamy je dlatego *trzęsieniami tektonicznymi*, w odróżnieniu od wulkanicznych i zapadliskowych.

Oczywiście zachodzą one przede wszystkim na tych obszarach, gdzie procesy tektoniczne ciągle odbywają się, względnie jeszcze nie ustały, a więc w obrębie lub w sąsiedztwie młodych gór łańcuchowych albo rozległych załomów i zapadlisk w skorupie ziemskiej, datujących się z niedawnej przeszłości geologicznej. Taki właśnie cha-

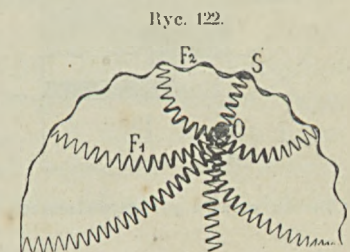
¹⁾ transgresso (łac.), przekraczam.

rakter mają okolice najbardziej „sejsmiczne“ w Europie, jak pewne obszary alpejskie, dalej Grecya, Kalabrya, Sycylia i t. p. (por. str. 24.), podczas gdy wschód Europy, będący „krajem płytową“, z warstwami ułożonymi zupełnie spokojnie i mniej więcej poziomo, jest od trzęsień tektonicznych wolny prawie całkowicie. (Jaki jest związek między sejsmicznością i wulkanizmem Włoch południowych?)

Przy każdym trzęsieniu ziemi rozróżnia się przede wszystkim jego „ognisko“ wewnątrz litosfery, gdzie trzeba szukać przyczyny zjawiska (dla trzęsień tektonicznych w głębokości zazwyczaj co najwięcej kilkudziesięciu kilometrów), i dalej punkt leżący na powierzchni bezpośrednio nad ogniskiem, t. zw. „środek trzęsienia“. Z ogniska wychodzą wstrząśnienia w postaci fal sejsmicznych, szybko dążących ku powierzchni. Wprawiają one w drgania częstokroć bardzo gwałtowne przede wszystkim środek trzęsienia, wytwarzając tam fale powierzchniowe, rozchodzące się, jak kręgi na powierzchni wody stojącej dokoła miejsca, gdzie upadł kamień. Oczywiście na pewną odległość wkoło środka trzęsienia dostają się do każdego punktu na powierzchni ziemi zarówno fale idące wprost z samego ogniska, jak i fale powierzchniowe z punktu środkowego trzęsienia. Dla punktów, leżących poza środkiem, te ostatnie są jednak najgroźniejsze; powodując właściwą katastrofę (por. ryc. 122.).

A jakich rozmiarów może dochodzić to zjawisko, daje o tem pojęcie trzęsienie lizbońskie w r. 1755., które objęło około 300.000 mil kwadratowych powierzchni, burząc Lizbonę i sięgając spustoszenie w całej Portugalii, z niedawnych zaś trzęsienia w St. Francisco w r. 1906. i messyńskie z r. 1908., które piękne i ludne miasta zamieniły w kupę gruzów, grzebiąc pod nimi całe tysiące mieszkańców. Ale wszystkie te zdarzenia są niczem w porównaniu z straszną katastrofą, która nawiedziła Indye Wschodnie w r. 1897., 12. czerwca. Fale sejsmiczne dały się wtedy odczuć na przestrzeni 3,120.000 km², a w obrębie 400.000 km² dokoła wyżyny Shillong w prowincyi Assam (środek trzęsienia) żaden budynek murowany nie ocalał. Ziemia pękała, obrywające się i obsuwające pokłady tamowały rzeki, a w niektórych miejscach stwierdzono, że teren podniósł się 11 m do góry, gdzie indziej znowu zmieniło się położenie poszczególnych punktów o kilka metrów w kierunku poziomym.

Jeżeli fale sejsmiczne z odpowiednią siłą udziela się morzu, to zwiększa to okropność zniszczenia, powodując nagły i gwałtowny zalew wybrzeży.

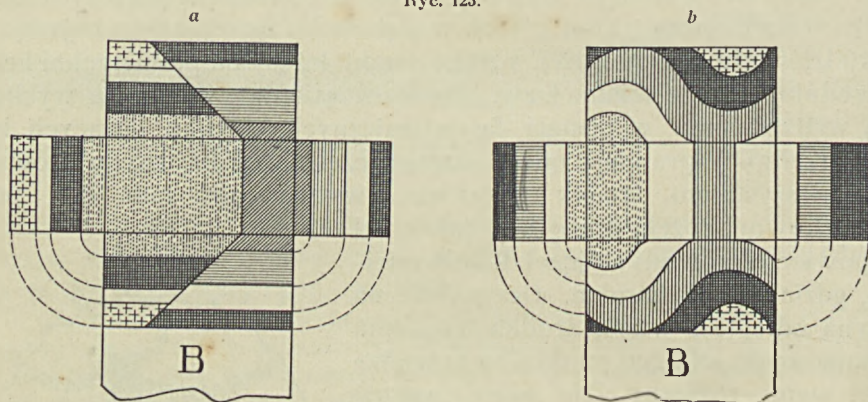


Fale sejsmiczne. O — ognisko trzęsienia; S — środek; F₁ — fale sejsmiczne, idące z ogniska; F₂ — sejsmiczne fale powierzchniowe.

Specjalne, bardzo czułe przyrządy, zwane „sejsmografami“, notują najmniejsze drgania sejsmiczne. Badanie rysunku, który otrzymuje się w ten sposób, prowadzi do ogólnie bardzo ciekawych wniosków, n. p. co do pewnych własności wnętrza ziemi, pozwala przytem określić oddalenie miejsca obserwacji od środka trzęsienia i t. p. *x 5/11*

Doświadczenia i zadania.

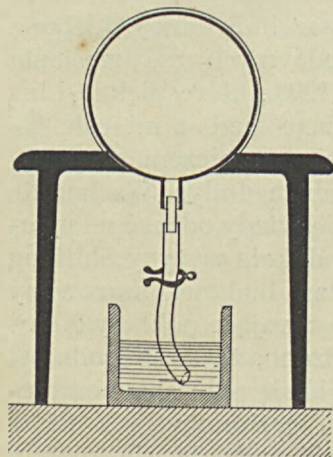
Ryc. 123.



a) Siatka modelu przedstawiającego fałd. B — podstawa. b) Siatka modelu przedstawiającego uskók. B — podstawa.

1) Sporządź z tektury siatki równoległościaków (por. str. 20., zad. 1.), jak na ryc. 123. a i b, zaznaczając odmienne warstwy różnymi kolorami. Następnie złożź z tego dwa równoległościaki, sposobem już podanym wyżej. Pierwszy z nich utworzy *model fałdu*, drugi *model uskoku*.

Ryc. 121.



Doświadczenie, które objaśnia fałdowanie się skorupy ziemskiej i powstawanie gór łańcuchowych.

2) Zwiedź w okolicy wszystkie miejsca, gdzie się pokazują skały osadowe, i określ, gdzie warstwy leżą poziomo, a w których miejscach są nachylone lub pofałdowane. Określ dla warstw nachylonych, przy pomocy zwykłego kompasu ręcznego, w którą stronę zapadają, a w którą biegną (jaki jest ich bieg). Przytem łatwo zauważyć, że *kierunek biegu i nachylenia* stoją na sobie zawsze prostopadle; warstwy nachylone na zachód mają bieg północno-południowy, nachylone na północny wschód okazują bieg z południowego wschodu na północny zachód.

3) Oznacz bieg warstw przy pomocy *kompassu górniczego*. W tym celu do warstwy pochylonej przykładaj się kompas dokładnie poziomo i równoległe do linii na nim północno-południowej, poczem odczytuje się godzinę, jako wielkość zбочenia biegu warstw od kierunku z północy na południe; część godzin określa się stopniami.

Dla wprawy możesz w domu użyć wpiery książki oprawionej, nieco otworzonej i postawionej

na stole grzbietem do góry. Przedstawi ona jakby fałd, którego pokłady opadają na dwie strony, a grzbiet jej zaznaczy kierunek fałdu czyli bieg warstw. Obracając tę książkę w rozmaite strony i przykładając do niej sposobem wskazanym kompas górniczy, wprawisz się w odczytywanie na nim rozmaitego biegu pokładów.

4) Powstawanie gór łańcuchowych, skutkiem *kurczenia się wnętrza ziemi i fałdowania się warstw* skorupy ziemskiej, można pokazać doświadczalnie.

W tym celu bierze się duży balon gumowy, taki, który można wydymać powietrzem, i otwór jego łączy się z długą rurką kauczukową, opatrzoną zaciskaczem. Następnie po wydęciu balonu powleka się jego powierzchnię warstwą — grubą 2 mm — bardzo rzadkiego ciasta z mąki pszennej i potem obraca się go tak długo w mące suchej, dopóki nie wytworzy się zupełnie gładka warstwa mączna, 3—4 mm gruba. Wtedy umieszcza się go na odpowiedniej podstawie i wolny koniec rurki kauczukowej wpuszcza się do naczynia z wodą (por. ryc. 124.). Jeżeli pomału i ostrożnie otworzymy zaciskacz, balon zaczyna się kurczyć, a na powierzchni tworzą się rozmaite fałdy, przypominające przebiegiem i kształtem całe systemy górskie na powierzchni ziemi.

Węglowce.

96. Nafta¹⁾ (olej skalny) jest ciekłą lub półciekłą mieszaniną rozmaitych węglowodorów, t. j. połączeń węgla z wodorem, przeważnie ogólnego wzoru chemicznego $C_n H_{2n+2}$. W naturze, jako t. zw. u nas ropa, jest zazwyczaj ciemno-żółta lub brunatna; destylowana jest bezbarwna lub żółtawa. Lżejsza od wody, odznacza się właściwym sobie zapachem.

Towarzyszą jej zawsze t. zw. gazy naftowe, złożone z lotnych węglowodorów, które, zapalone, płoną niebieskawym płomieniem. W Baku znajduje się naturalne źródło tych gazów, w innych miejscach, n. p. w Pittsburgu w Stanach Zjednoczonych, dobywają się one w olbrzymiej ilości z otworów sztucznie wierconych, a rozprowadzone rurami, służą do oświetlania, ogrzewania, jako materiał opałowy dla sąsiednich fabryk i t. p.

Minerałem pokrewnym nafcie, który jej towarzyszy gdzieniegdzie, jest:

Ozokeryt²⁾ czyli wosk ziemny. Wyglądem swoim zazwyczaj przypomina on w istocie wosk zwyczajny, okazując barwę taką samą, tudzież charakterystyczną podatność, właściwą woskowi. Jest mieszaniną rozmaitych węglowodorów, tak jak nafta.

Asfalt jest produktem częściowego utlenienia się nafty, dlatego zawiera oprócz węgla i wodoru jeszcze pewną ilość tlenu. Jest półciekły, jednak czasem zdarza się zupełnie skrępyły i zestalony. Barwy ciemno-brunatnej, czasem prawie czarnej. Znajduje się w wielu miejscach; na wyspie Trinidad istnieje jezioro asfaltowe o średnicy dwóch kilometrów.

Bursztyn³⁾ jest żywicą stwardniałą w głębi ziemi, która pochodzi z dzisiaj już zaginionego drzewa szpilkowego, *Pinus succinifera*. Składa się z węgla, wodoru i tlenu. Mniej lub więcej przezroczysty, posiada zabarwienie żółte, brunatne, białawe, często z pięknym ujętkowaniem.

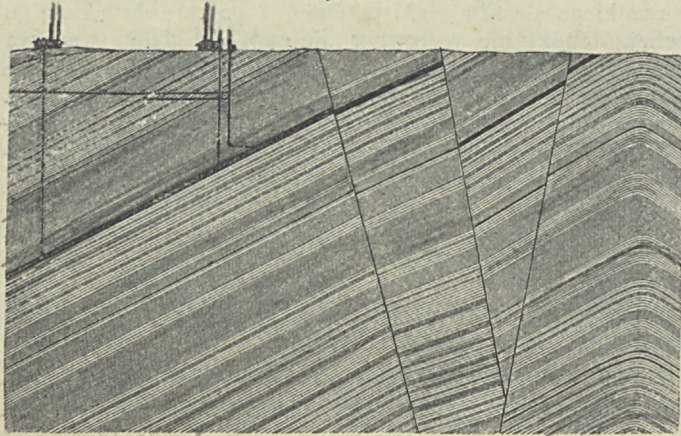
Uwaga. Bursztyn potarty elektryzuje się wyraźnie ujemnie, tak samo i siarka, natomiast kwarzec okazuje po potarciu dodatnią elektryczność, jak

¹⁾ Od wyrazu perskiego: nafata, pocić się. ²⁾ ódzo (gr.), wydają woń; kéras (gr.), róg. ³⁾ Od wyrazu staroniem. börnen — palić się.

szkło. Przekonano się, że wszystkie minerały i wogóle ciała stałe, pocierane, elektryzują się, jedne dodatnio, inne ujemnie. Można to jednak wykażać wprost tylko w tym wypadku, w którym minerał — jak bursztyn, siarka lub kwarc — jest złym przewodnikiem elektryczności; inne minerały należy wpierw izolować od ręki, którą je trzymamy.

97. Węgiel kamienny (T. = 2—2,5, c. w. = 1,2—1,5) jest związkami chemicznymi 75—90% węgla z 10—25% tlenu, wodoru i azotu. Domieszki mineralne, niedające się spalić, dają w nim t. zw. popiół. Barwa zwykle mniej więcej czarna, połysk szklisty albo tłusty. Tw. niewielka, tak samo i c. w. Nie trudno można wykazać złożenie jego z roślinnych części zwęglonych, poddając kawałek węgla

Ryc. 125.



Przekrój przez warstwy węglonośne pod kopalnią Niwka w Królestwie. Grubsze kreski czarne oznaczają pokłady węgla kamiennego.

kamiennego działaniu mieszaniny chloranu potasowego i kw. azotowego, poczem się obmywa preparat absolutnym alkoholem.

Węgiel kamienny tworzy w głębi ziemi pokłady na przemian z warstwami piaszczystymi i łupków ilowych. Są one zazwyczaj (ryc. 125.) nachylone, często rozmaicie pofalowane i przecięte uskokami (por. § 92.), powstały zaś w bardzo odległym peryodzie dziejów ziemi, tworząc razem z owymi piaszczystymi i t. d. „system węglowy“ wśród pokładów jej skorupy. Węgiel wytworzył się z nagromadzonych w głębi ziemi resztek roślin, które, przykryte osadami późniejszymi, zwęglowały się z wolna bez dostępu powietrza.

W pokładach, które towarzyszą węglowi kamiennemu, spotykamy bardzo często *odciski i zwęglone resztki ówczesnej flory* (por. ryc. 126.). Z nich udało się odtworzyć jej obraz tak szczegółowo, że wiemy dzisiaj wcale dokładnie,

z jakich się składała roślina i jak one wyglądały. Były to zatem olbrzymie drzewiaste widłaki (*Lepidodendron*, *Sigillaria*), skrzypy

Ryc. 126.



Odcisk kawałka liścia paproci *Sphenopteris* na łupku ilastym syst. węglowego.

(*Calamites*), drzewiaste paprocie o liściach długości kilku metrów, prócz tego z pomiędzy roślin nagozależkowych t. zw. kordaity, a wreszcie wiele innych form, ale głównie rodniowce. Wyższe rośliny — okrytozależkowe — jeszcze wcale nie istniały wówczas, a i świat zwierzęcy nie posiadał zupełnie ssawców, ptaków, motyli i t. d.

Przekonano się, że nawet w najbardziej oddalonych krajach kuli ziemskiej pokłady węgla kamiennego zawierają resztki mniej więcej takiej samej flory i fauny. Jest ona zatem nie tylko zupełnie odmienna od dzisiejszej, ale także wielce *charakterystyczna* dla utworów „systemu węglowego“ i dla tego okresu w dziejach ziemi, zwanego „peryodem węglowym“, podczas którego powstały wyżej opisane pokłady węgla.

Węgiel brunatny znajduje się w młodszych pokładach osadowych, niż węgiel kamienny. Resztki roślinne, z których powstały, ulegały przeto procesowi zwęglania przez odpowiednio krótszy przeciąg czasu. Odnacza się znaczną ilością O, H i N (25—40%), chociaż nieraz z wyglądu prawie nie różni się od węgla kamiennego; często już wolnym okiem można dostrzedz na nim złożenie z części roślinnych, n. p. z pni drzew o wyraźnych słojach drzewnych (*lignit*)¹⁾; w znacznej części wypadków ma barwę więcej brunatną, nie tak czarną, jak węgiel kamienny.

Antracyt²⁾ jest to węgiel kopalny, który zawiera mniej niż 10% O i H, ledwie ze śladami N. Jest on barwy czarnej z wyglądem prawie metalicznym. Pali się trudno, ale zato daje jeszcze więcej ciepła, niż węgiel kamienny.

Torf tworzy się współcześnie na mokrych łąkach, bagnach i t. p., zwłaszcza w krajach strefy zimnej, a przynajmniej o klimacie chłodnym lub umiarkowanie ciepłym. Powstaje z mechów rodzaju torfowców (*Sphagnum*), które tworzą na podmokłych miejscach często całe darnie rozległe, tudzież z wrzosów, sitów, turzyc, trzciny i t. d., które żyją w warunkach podobnych. Górne części torfowców rosną ustawicznie, kiedy dolne, zanurzone w wodzie, ciągle obumierają i tam pod powierzchnią wody, bez dostępu powietrza, ulegają powolnemu zwęgleniu; ciśnienie warstw górnych, które ciągle od wierzchu przyrastają, zgniata je przytem tak, że tworzą z czasem masę torfową, zazwyczaj barwy rudawo-brunatnej i o wyraźnym złożeniu z części roślinnych. Torf zawiera węgla 50—60%. Jako materiał opałowy odgrywa w wielu krajach bardzo ważną rolę.

O t. zw. skamieniałościach i ich znaczeniu.

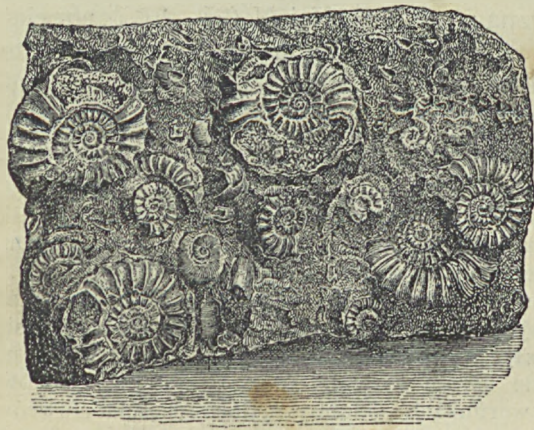
98. Jak w pokładach towarzyszących węglowi kamiennemu, tak samo we wszystkich innych skałach osadowych znajdujemy prawie zawsze ślady roślin i zwierząt, współczesnych chwili tworzenia się danej skały; nazywamy je wogóle *skamieniałościami*. Są to albo tylko odciski, n. p. liścia jakiejś rośliny (por. ryc. 126.), albo odlewy wnętrza skorupy rozmaitych mięczaków, czyli ich jądra kamienne,

¹⁾ lignum (łac.), drzewo. ²⁾ antrax (gr.), węgiel.

albo wreszcie właściwe skamieniałości, n. p. muszle, z których jednak pozostała tylko masa wapienna, zazwyczaj bez połysku i barwy (por. ryc. 127.). Resztki takie roślin i zwierząt są dla poznania dziejów naszej ziemi ogromnego znaczenia; z nich nauka, zwana *paleontologią*, odtwarza całą faunę i florę okresów, oddalonych od nas o całe miliony lat.

Znaczenie skamieniałości polega atoli nie tylko na tem, że bez nich znajomość historii naszej planety byłaby bardzo niezupełna; dopiero bowiem ich poznanie czyni rzeczą prawdziwie możliwą oznaczenie wieku wszystkich skał osadowych. Jeżeli mamy cały system utworów tego rodzaju, ułożonych prawidłowo warstwami, jedne nad drugimi, jak się osadzały w kolei czasu, oczywiście warstwy starsze

Ryc. 127.



Kawałek wapienia z licznymi skamieniałościami (amonitami).

od danych będą zawsze pod niemi (w ich spagu), młodsze znajdują się nad niemi (w ich stropie). W tym więc wypadku nietrudno określić względny wiek pokładów górnych względem dolnych i naodwrot. Gdybyśmy jednak oparli się wyłącznie na tej zasadzie, okazałoby się rzeczą wprost niemożliwą porównywać wiek skał osadowych z dwóch oddalonych miejscowości. W tym wypadku przychodzi na pomoc paleontologia.

Mówiąc o faunie i florze czasów węgla kamiennego,

wspomnieliśmy, że posiada ona wspólne cechy znamienne — tak dobrze w Europie, jak w Ameryce lub w Chinach. Wszędzie spotykamy w towarzystwie węgla kamiennego owe od dawna już wymarłe sygilarye, lepidodendrony, lub pewne drzewiaste paprocie, tak charakterystyczne dla tego peryodu w dziejach ziemi. Jeżeli zatem znajdziemy w jakichś pokładach odciski liści i t. p. roślin co dopiero wspomnianych, możemy na pewne powiedzieć, że te skały należą do systemu węglowego, chociaż nieraz niema wśród nich samego węgla; i w czasach peryodu węglowego tworzył się on bowiem nie wszędzie i tylko wśród pewnych szczególnych warunków.

Tak samo i inne pokłady osadowe, późniejsze lub wcześniejsze od należących do systemu węglowego, mają swoje charakterystyczne czyli *przewodnie skamieniałości*, które pozwalają porównywać co do

wieku skały nawet z najbardziej oddalonych krajów. Przekonano się przytem na podstawie kopalnych szczątków roślin i zwierząt, że im pokłady dawniejsze, tem współczesna im flora i fauna różni się stopniowo coraz bardziej od dzisiejszej. Oczywiście przemawia to za powolnym, ale ciągłym rozwojem świata organicznego, wbrew dawnej teorii katastrof — Cuviera¹⁾, genialnego twórcy współczesnej paleontologii.

Pierwiastki.

99. Złoto (T. = 25—3, c. w. = 15—19⁴) krystalizuje się w postaciach układu równoosiowego (O, ∞O, ∞O∞), najczęściej jednak znajduje się w skupieniach druciastych, krzaczkowatych i t. p., a zwłaszcza jako wprysnięcia, nieraz ledwie dostrzegalne, lub na drugorzędnym łóżysku w ziarnach i bryłkach. Barwy złocistej, ma połysk metaliczny. Przełam (czyli powierzchnia powstająca skutkiem rozłamania) hakowaty; daje się wyciągać w bardzo cienkie druty i rozklepywać na niezmiernie delikatne blaszki.

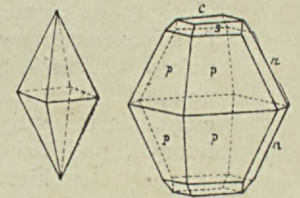
Platyna²⁾. Kryształy jej należą również do ukł. równoosiowego, ale zdarzają się bardzo rzadko. Jest barwy stalowo-szarej, połysku metalicznego. T. niewielka, c. w. bardzo znaczny, około 20. Rozpuszcza się, jak złoto, tylko w wodzie królewskiej.

Znajduje się prawie wyłącznie na drugorzędnym łóżysku w postaci łusek i bryłek, czasem przerośniętych z serpentynem. Ponieważ ten ostatni pochodzi z rozkładu oliwinowych skał wybuchowych, można wnosić, że znajdowanie się platyny jest przywiązane przedewszystkiem do skał tej rodziny. Platynie towarzyszą w napływowych pokładach zazwyczaj: złoto, magnetyt, korund, czasem dyament i t. p. Najbogatsze kopalnie platyny posiada Ural.

Do minerałów, które są czystymi pierwiastkami metalicznymi, należy jeszcze *rodzime żelazo, srebro, rodzima miedź* i t. d., zazwyczaj produkt rozkładu odpowiednich kruszców (por. § 86.).

100. Siarka (T. = 1.5—2.5, c. w. = 1.9—2.1). Krystalizuje się, jak już wiemy, w ukł. rombowym (por. ryc. 128.). Barwy żółtej, czasem brunatnej, z połyskiem tłustym. Przełam muszlowy.

Ryc. 128.



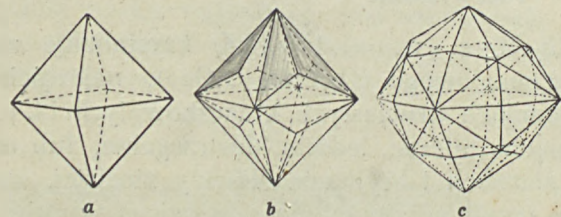
Kryształy siarki.

p: P; s: 1/3P; n: P∞∞; c: oP.

¹⁾ Jerzy L. Cuvier (1769—1832) był profesorem w Uniwersytecie paryskim. Badania jego nad skamieniałościami okolicy Paryża, od których rozpoczyna się dzisiejsza paleontologia umiejętna, doprowadziły go jednak do mylnego poglądu, że każda epoka geologiczna kończyła się jakąś wielką katastrofą, w której znajdowały swój grób ówczesne zwierzęta i rośliny; z następną epoką nowy świat organiczny zaludniał morza i kontynenty. Ta „teoria katastrof” miała tłumaczyć przyczynę różnic w florze i faunie poszczególnych epok geologicznych. ²⁾ Po hiszpańsku — od plata, srebro — platina (pogardliwie), sreberko, dla niskiej początkowo ceny.

Dyament¹⁾ (T. = 10, c. w. = 3·5—3·6) jest czystym węglem krystalicznym. Znajduje się w kryształach ukł. równoosiowego w postaciach często, jak na ryc. 129., gdzie pod lit. *b* jest przedstawiony t. zw. trójośmianości, pod lit. *c* czterdziestośmianości. Obie postaci należą do typu piramid tego układu, co wskazuje stosunek parametrów dla nich: dla pierwszej, ze znakiem mO, — a : a : ma, dla drugiej, posiadającej znak mOn, — a : na : ma.

Ryc. 129.



Kryształy dyamentu. a — O; b — mO; c — mOn.

odróżniają się zazwyczaj ścianami wypukłymi, stąd czterdziestośmianości tego minerału są często prawie kuliste. Przezroczysty i bezbarwny, bywa także rozmaicie zabarwiony. Połysk posiada nadzwyczaj silny, tak samo zdolność rozszczepiania

białych promieni świetlnych i temu zawdzięcza dyament ów ogień, dla którego jest tak ceniony jako drogi kamień. Z pomiędzy wszystkich znanych ciał najtwardszy, okazuje łupliwość doskonałą według ścian O.

Dyamenty znajdują się przede wszystkim w pokładach napływowych. W południowej Afryce znajdują je w t. zw. ziemi niebieskiej, która wypełnia kanały wybuchowe i kratery tamtejszych wulkanów eksplozywnych, przypominających zupełnie mury europejskie. Ziemia niebieska jest produktem wietrzenia gruzu z skały oliwinowej, wśród której wytworzyły się dyamenty afrykańskie.

Uwaga. Dyament, wystawiony na światło słoneczne i następnie przeniesiony do ciemnego pokoju, sam słabo świeci. Zjawisko to, nazwane fosforescencją, jest zbliżone do fluorescencji (§ 63., str. 72.), która polega właściwie również na samodzielnym wysyłaniu barwnych promieni pod wpływem naświetlenia, ale tylko, jak długo światło pada na dane ciało. Są minerały, które fosforyzują po ogrzaniu (n. p. dyament, topaz, fluoryt), pod działaniem prądu elektrycznego (szaflir), przy rozdzieraniu w kierunku łupliwości (tafle miki) i t. p.; cukier fosforyzuje skutkiem uderzenia (n. p. podczas rąbania w ciemnym pokoju).

Ryc. 130.



Kryształ grafitu.

Grafit²⁾ (T. = 0·5—1, c. w. = 1·9—2·3). Jest to — jak dyament — odmiana węgla krystaliczna. Krystalizuje się w bardzo drobnych i niewyraźnych, sześciobocznych kryształach tabliczkowatych, być może jednoskośnych (por. ryc. 130.); najczęściej jednak spotyka się w masach krystalicznych, o złożeniu łuszczkowym, lub zbitych. Spala się bardzo trudno.

Spotyka się w przyrodzie w większych masach często wśród t. zw. łupków krystalicznych, które w wielu wypadkach są niewątpliwie,

¹⁾ adamas (gr.), niepokonany. ²⁾ gráfo (gr.), piśczę.

jak wskazują ślady skamieniałości, zwykłymi skałami osadowymi, nawet wieku niebardzo dawnego, tylko później przeobrażonymi.

Oczywiście przedstawia on w takim razie znany nam, zwyczajny węgiel kopalny, w rodzaju węgla kamiennego, który uległ przekształcowaniu. X 27

O metamorfizmie i krystalicznych łupkach.

101. Węgiel pochodzenia organicznego w pewnych warunkach może uleść — jak to widzieliśmy — krystalizacji i wytworzyć w ten sposób grafit. Podobne przemiany widzimy niekiedy na wapieniach, które w takim razie przeobrażają się w ziarniste marmury, i na innych skałach osadowych, z których mogą powstać rozmaite t. zw. „łupki krystaliczne“, o budowie ziarnisto-krystalicznej, ale z rodzajem jakby uwarstwienia. Zjawisko to obejmujemy nazwą metamorfizmu¹⁾, a ze skałami osadowymi, przeobrażonymi w taki sposób, spotykamy się często w tych miejscach, gdzie uległy one znacznemu zgnieceniu, działaniu wysokiej temperatury i t. p., skutkiem bardzo gwałtownego fałdowania się lub w następstwie kontaktu ze skałą wybuchową.

Ale nie tylko siły działające lokalnie mogą powodować zjawisko przeobrażania. Wielkie ciśnienia, wysoka temperatura i t. p. istnieją bezustannie w pewnej głębokości pod powierzchnią litosfery i wszystkie skały w miarę, jak osadzają się na nich nowe warstwy, dostają się w strefę, gdzie te czynniki działają, skutkiem czego muszą ulegać ciągle metamorfizmowi.

Stąd najstarsze skały skorupy ziemskiej, które wraz z granitem tworzą jakby fundament pod młodszymi częściami litosfery, są wszystkie mniej więcej zmetamorfizowane. Główną rolę odgrywają między nimi następujące łupki krystaliczne.

Gnejsy, złożone — jak granit, do którego są podobne — z kwarcu, skalenia i łuszczyku, ale budowy wyraźnie warstwowej (niektóre z nich są tylko przeobrażonymi granitami).

Łupki łuszczykowe — z łuszczykiem i kwarcem jako głównymi składnikami.

Łupek talkowy, białawy, często z zielonawym odcieniem, złożony głównie z samego talku.

Fylity, barwy ciemnej, prawie zbite, łupiące się zazwyczaj łatwo, a złożone z mikroskopijnie drobnych ziarenek przede wszystkim kwarcu i łuszczyków.

Łupki krystaliczne, porównane z równie krystalicznymi skałami wybuchowymi, różnią się od nich tem, że objawiają często jakby

¹⁾ méta (gr.); morphé (gr.), postać.

rodzaj uwarstwienia (por. ryc. 131.), w związku z ułożeniem składników na przekroju poprzecznym jakby w warstewki i żyłki równoległe i t. p. Znajdujemy w nich nieraz granaty, turmaliny, beryle i inne krzemiany, jako składniki dodatkowe. Często spotyka się wśród łupków krystalicznych marmury i grafit, tak samo większe złoża i soczewki kwarcu krystalicznego, rozmaitych kruszców i t. p.

Prastare łupki krystaliczne, które znajdują się pod najdawniejszymi znanymi skałami charakteru wyraźnie osadowego, nazywamy *archaicznymi*. Że są to w części także przeobrażone skały osadowe, podobnie jak znacznie młodsze łupki krystaliczne z śladami niewątpliwych skamieniałości (porówn. o graficie), dowodem tego znajdowanie się wśród nich tu i ówdzie całych warstw zlepionych i t. p. Skamieniałości nie zawierają atoli zupełnie, a grafit i marmury wśród utworów archaicznych bardzo wątpliwa, czy są pochodzenia organicznego.

Oczywiście te najstarsze warstwy odsłaniają się tylko wśród pewnych szczególnych warunków — w górach fałdowych, obnażone przez erozyję i denudacyję dzięki sfałdowaniu się skorupy ziemskiej, lub gdzie indziej, odkryte z powodu zbyt słabej miąższości (grubości) warstw wyższych.

Doświadczenia i zadania.

Sporządź płytkę do badań mikroskopowych (szlif) z *gnejsu*, prostopadle do jego łupliwości, oglądaj ją pod mikroskopem i porównaj z szlifem granitu i piaskowca. Zrób taki sam preparat równoległe do kierunku łupliwości tej skały i tak samo zbadaj przy pomocy mikroskopu. O ile będą się różniły oba szlify?

Krótkie powtórzenie najważniejszych wiadomości o złożeniu i budowie skorupy ziemskiej i o kształtujących ją siłach.

102. Tak więc najstarsze skały skorupy ziemskiej są to krystaliczne łupki wieku archaicznego, bez skamieniałości czyli azoiczne¹⁾. Dopiero na nich spoczęły młodsze pokłady osadowe — piaskowce, wapień, iły i t. p. z mniej lub więcej wyraźnymi skamieniałościami roślinnymi i zwierzęcymi.

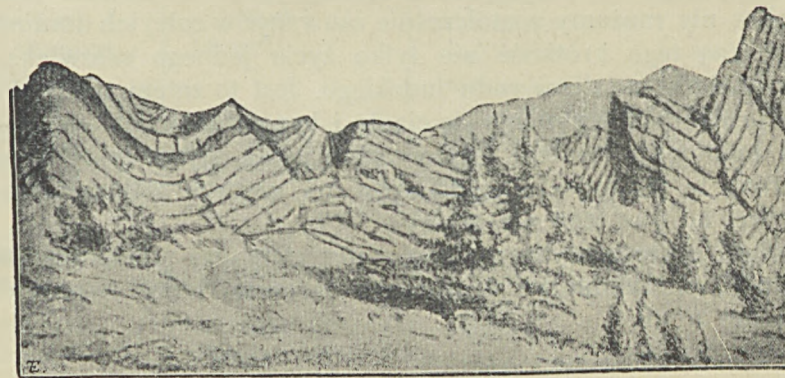
Niemalą jednak rolę odgrywają także skały wybuchowe, jako składniki naszej litosfery, przebijając ją w rozmaitych kierunkach. Są to żyły i pnie granitowe, syenity, rozmaite skały oliwinowe i t. p., które powstały z magmy krzepnącej w głębi skorupy ziemskiej, i n. p. trachity lub bazalty zakrzepłe na powierzchni ziemi, do których zali-

¹⁾ azoos (gr.), pozbawiony świata zwierzęcego.

czamy także lawy dzisiejszych wulkanów. Prawie wszędzie pokłady skorupy ziemskiej uległy sfałdowaniu i są przerzniete licznymi i głęboko sięgającymi szczelinami.

W ten sposób przedstawia się obecnie skorupa planety, na której mieszkamy, a jak podnosi to w pierwszej połowie ubiegłego wieku jeden z najznakomitszych geologów, Karol Lyell¹⁾ (czyta się po angielsku: Lajel), działają na nią dzisiaj mniej więcej te same czynniki i siły, jak i w dawno minionych już okresach dziejów geologicznych. Woda deszczowa, która spada na jej powierzchnię zawsze jednakowo, przesiąka do wnętrza litosfery, rozpuszcza w sobie jej rozmaite składniki i wraca znowu, dając początek źródłom, po drodze

Ryc. 131.



Hedelberg w górnym Palatynacie.

Skały utworzone przez pofałdowane warstwy łupku łyszczykowego.

zaś osadza w szczelinach różnorakie minerały, tworząc w ten sposób żyły mineralne. Ciągłe na powierzchni ziemi w jednym miejscu piętrzą się zwolna i niedostrzegalnie dla oka całe łańcuchy górskie, skutkiem powolnego kurczenia się głębszych warstw kuli ziemskiej, gdzie indziej siły denudacyjne coraz bardziej niszczą dawne góry, ścierając je zwolna z oblicza ziemi. Szczelinami dobywają się z głębi masy wybuchowe, a na dnie mórz i na powierzchni lądów powstają pod mechanicznym działaniem wody i powietrza lub dzięki pewnym organizmom, w innych zaś wypadkach jako osad chemiczny — nowe pokłady skał osadowych, które grzebią w sobie cały świat nam współczesny roślin i zwierząt na świadectwo przyszłym epokom. Świat

¹⁾ Karol Lyell (1797—1875) wywarł dziełem swoim „Zasady geologii“ na rozwój tej nauki wpływ podobny, jak Darwin na postęp nauk biologicznych. Spoczywa w opactwie Westminsterskim, gdzie Anglia chowa swoich najznakomitszych ludzi.

organiczny ulega zresztą również ciągłej przemianie, jak tego dowodzą skamieniałości, w rozmaitych okresach dziejów ziemi odmienne i o właściwym charakterze.

Minerały okazują rozmaite przeobrażenia, tak samo, jak cała skorupa ziemi. Jedne z nich giną, rozkładając się pod wpływem wody, powietrza i t. d., nowe zato powstają na ich miejscu: coraz inne związki chemiczne spotykają się z sobą za pośrednictwem wody na powierzchni ziemi i w jej głębi, a skutkiem tego powstają ciągle minerały, jakie przedtem nie istniały. W ten sposób świat tworów mineralnych nie tylko ulega ciągłym przemianom, ale tak samo, jak świat organiczny, staje się coraz bardziej rozmaitym.

A jeżeli zmian tych, które odbywają się ciągle na kuli ziemskiej — zarówno w przyrodzie martwej, jak i w świecie tworów żyjących — nie możemy współcześnie zauważyć w całej ich doniosłości, to przyczyną tego krótkość nie tylko życia jednego człowieka, ale wprost istnienia na ziemi rodu ludzkiego. Jest to zatem tylko złudzenie, że przyroda nie zmienia się ciągle i bez ustanku, chociaż zwolna, tak jak byłoby złudzeniem, gdyby istota jakaś, żyjąca tylko sekundę, twierdziła, że wskazówka godzinowa na zegarze nakręconym nie obraca się, bo ona tego nie widzi.

Potęga geologicznych czynników przyrody leży przede wszystkim w ciągłości ich działania i w długości okresów, które tworzą dzieje geologiczne ziemi.

Przegląd systematyczny minerałów opisanych lub wymienionych w książce.

Gromada I. Pierwiastki:

Siarka	}	Rząd 1.	
Dymant		Metaloidy	
Grafit			
Złoto	}	Rząd 2.	
Srebro			Metale
Miedź			
Żelazo			
Platyna			

Gromada II. Lśnienie (Lampryty):

Piryt	}	Rząd 1.	
Markazyt			Iskryzki
Chalkopiryt			
Nikielin			
Galenit	}	Rząd 2.	
Argentyt			Blyszcze
Chalkozyn			
Antymonit			
Tetraedryt	}	Rząd 3.	
Pirargiryt			Tetraedryty
Proustyt			
Sfaleryt	}	Rząd 4.	
Cynober			Blendy

Gromada III. Tlenki:

Woda	}	Rząd 1.	
Lód			Hydroity
Boksyt	}	Rząd 2.	
Korund			Tlenki szkliste
Kwarczec			
Chalcedon			
Opal			
Kasyteryt	}	Rząd 3.	
Kupryt			Tlenki metaliczne
Piroluzyt			
Limonit	}	Rząd 4.	
Hematyt			Rudy
Magnetyt			

Gromada IV. Solowce:

(Sole haloïdowe; chlorki, fluorki i t. d.)

Sól kamienna	}	Rząd 1.	
Sylwin			Chlorki met. lek.
Karnalit			
Fluoryt	}	Rząd 2.	
			Fluorki

Gromada V. Gipsowce:

(Siarczany i t. p.)

Anhydryt	}	Rząd 1.	
Baryt			Siarczany
Gips			
Kizeryt			
Epsomit			
Kainit			

Gromada VI. Saletrowce:

(Azotany, fosforany i t. d.)

Fosforyt	}	Rząd 1.
Turkus		
Saletra sodowa	}	Rząd 2.
(Nitratyn)		

Gromada VII. Sylkoidy:

(Węglany, krzemiany i t. d.)

Malachit	}	Rząd 1.	
Azuryt			Węglany
Aragonit			
Kalcyt			
Dolomit			
Smitsonit			
Syderyt			
Oliwin			
Augit (piroksen)			
Amfibol			
Ortoklaz	}	Rząd 2.	
Plagioklaz			Krzemiany
Topaz			
Turmalin			
Granat			
Kordieryt	}	Rząd 3.	
Beryl			
Talk			
Serpentyn			
Muskowit			
Biotyt			
Kaolin			

Gromada VIII. Węglowce:

Bursztyn	}	Rząd 1.	
Torf			Żywice
Węgiel brunatny	}	Rząd 2.	
Węgiel kamienny			Węgle
Antracyt			
Olej skalny	}	Rząd 3.	
Ozokeryt			Smoly ziemne
Asfalt			

Przegląd systematyczny skał.

	<p style="text-align: center;"><i>Skąły wybuchaowe.</i></p> <p>Rodzina granitu: Granit; porfir kwarcowy, liparyt; smołowiec, obsydyan, pumeks (liparytowy)</p> <p>Rodzina syenitu: Syenit; trachit; smołowiec etc. (trachitowy)</p> <p>Rodzina diorytu: Dioryt; andezyt; smołowiec etc. (andezytowy)</p> <p>Rodzina gabra: Labradoryt; diabaz, melafir, bazalt; smołowiec, obsydyan i t. d. (bazaltowy)</p> <p>Rodzina skał oliwinowych: Perydotyl.</p>	
Skały masywne	<p style="text-align: center;"><i>Łupki krystaliczne.</i></p> <p>Skały metamorficzne): Gnejs Łupek łyszczkowy Łupek talkowy Fylit</p> <p style="text-align: center;"><i>Skąły osadowe.</i></p> <p>Skały okruchowe: Żwiry, piaski Druzgoty, zlepience Piaskowce Ily, gliny i less Margle</p> <p>Skały będące osadem chemicznym: Gips Anhydryt Sól kamienna i t. d.</p> <p>Skały zawdzięczające powstanie swoje organizmom: Wapienie Węgle kopalne.</p>	Skały krystaliczne
Skały warstwowe		

¹⁾ Część ich przedstawia zmetamorfizowane, zwykłe skały osadowe; inne są przeobrażeniami skałami wybuchowemi.

*Biologia nauka o życiu
Paleontologia fyto (roślina)
Stratygrafia o punkla doch*

CZEŚĆ III.

Najważniejsze wiadomości z geologii historycznej,

tudzież

krótki pogląd na stosunki geologiczne Polski.

Co nazywamy geologią historyczną i stratygrafią?

103. Najdawniejszy okres w dziejach ziemi przedstawiają te czasy, kiedy była ona jeszcze w stanie gazowym, a później ognisto-ciekłym.

Z chwilą wszakże, kiedy powstała stała skorupa na kuli ziemskiej, rozpoczyna się nowa faza w jej rozwoju. Geologia historyczna stara się poznać i odtworzyć dzieje ziemi przy pomocy danych, jakich dostarcza właśnie owa litosfera. Jasnym jest przeto związek geologii historycznej ze stratygrafią zajmującą się przedewszystkiem następstwem i wzajemnym stosunkiem utworów warstwowych, ponieważ każdy moment w historii geologicznej naszej planety zaznaczał się powstawaniem na jej powierzchni coraz nowszych pokładów, a badanie ich natury, sposobu ułożenia, tudzież skamieniałości, zawartych w skałach osadowych, dostarcza najważniejszego materiału dla poznania geologicznej przeszłości ziemi.

Przytem wobec geologii historycznej paleontologia odgrywa dwojaką rolę. Z jednej strony trzeba pamiętać, że bez niej byłoby niemożliwe ściśle określanie wieku geologicznego rozmaitych pokładów (por. § 98.), z drugiej strony odtwarza ona dzieje świata roślinnego i zwierzęcego na kuli ziemskiej i pozwala wyprowadzać wnioski, dotyczące się rozmieszczenia mórz i lądów, stosunków klimatycznych i t. p. w ubiegłych czasach geologicznych.

Krótkie zestawienie dziejów skorupy ziemskiej i najważniejszych utworów geologicznych w chronologicznym następstwie, tak, jak się tworzyły. Zarys rozwoju świata roślin i zwierząt.

104. Najdawniejszymi utworami naszej litosfery są t. zw. łupki krystaliczne bez skamieniałości, z wtrąceniami marmurów i złożami grafitu (por. § 101—102.); okres ich powstania nosi w dziejach ziemi nazwę ery archaicznej,²⁾ albo pierwotnej. Żadnych skamieniałości z tych czasów nie znaleziono dotychczas w łupkach archaicznych, a nawet częsta obecność w nich marmurów i grafitu zda-

¹⁾ stratum (łac.), warstwa. ²⁾ archaios (gr.), starożytny.

niem wielu wcale nie dowodzi istnienia organizmów na ziemi w czasach archaicznych; zarówno bowiem wapień, jak i węgiel mogą być — jak doświadczenie uczy — pochodzenia anorganicznego. Wspomniane łupki krystaliczne tworzą razem t. zw. archaiczną grupę wśród warstwowych utworów.

Na łupkach krystalicznych grupy archaicznej spoczyły utwory, które już zawierają skamieniałości i tworzą grupy: eozoiczną¹⁾, paleozoiczną²⁾, mezozoiczną³⁾ i kenozoiczną⁴⁾. Grupom tym odpowiadają w historii ziemi *ery* tej samej nazwy. Każda z grup rozpada się następnie na *systemy*, którym odpowiadają w chronologicznym podziale t. zw. *peryody*; systemy znowu rozpadają się na *serye* i na *piętra*, które są utworami odpowiednich *epok* i odpowiedniego *wieku*.

105. Podział wszystkich utworów warstwowych skorupy ziemi będzie się przedstawiał schematycznie, jak następuje:

Grupa	Systemy	Serye i piętra ⁵⁾	Krótką charakterystyką świata roślinnego i zwierzęcego
Kenozoiczna	Czwartorzędny	Aluwium	Człowiek zajmuje pierwsze stanowisko w przyrodzie. Mamut, niedźwiedź jaskiniowy i t. d. współcześnie z najstarszym znanym człowiekiem.
		Dyluwium	
	Trzeciorzędny	Neogen	Pliocen
		Paleogen	Miocen
Mezozoiczna	Kredowy	Górna kreda	Oligocen
		Dolna kreda	Eocen
			Senom
		Turon	
		Cenoman	
	Jurajski	Górna jura albo malm	Gault
		Średnia jura albo dogger	Neokom
		Dolna jura albo lias	
	Tryasowy	Kajpär z retam	
		Wapień muszlowy	
Pstry piaszkowic			

¹⁾ eós (gr.), jutrzeńka; zoón (gr.), zwierzę. ²⁾ palaiós (gr.) dawny. ³⁾ mézos (gr.), środkowy. ⁴⁾ kainós (gr.), nowy. ⁵⁾ Podział na piętra tylko przykładowo dla paru systemów.

Grupa	Systemy	Serye i piętra	Krótką charakterystyką świata roślinnego i zwierzęcego
Paleozoiczna	Permski (dyas)	Górny perm	Kęgowce, ale tylko najniższe, pojawiają się zwolna, poczynając od syluru; najpierw najniższe ryby spodousto i pancerne, potem płazy i pierwsze gady.
		Dolny perm	
	Węglowy	Górny karbon	Zato w peryodzie kambryjskim, sylurskim i dewońskim bardzo bogata fauna trylobitów.
		Dolny karbon	
	Dewoński	Górny dewon	Ramięionogi, a tak samo i liliowce dochodzą szczytu swego rozwoju.
		Średni dewon	
		Dolny dewon	
	Sylurski	Górny sylur	Flora, złożona przeważnie z rodniowców; olbrzymie drzewiaste widłaki, skrzypy i paprocie; najwyższe rośliny należą do nagozależkowych.
		Dolny sylur	
	Kambryjski	Górny kamber	W pokładach grupy tej znaleziono dotychczas tylko ślady skamieniałości i to bardzo rzadkie.
Średni kamber			
Dolny kamber			
Eozoiczna (algonkińska)			
Archaiczna			Bez skamieniałości.

106. Trzeba wszelako pamiętać, że nigdzie na kuli ziemskiej nie znajdują się na tem samym miejscu wszystkie wyżej wymienione grupy i systemy, bez przerw i w całości. Morze to zalewało dane miejsca i naówczas powstawały tam rozmaite osady, to znowu ustępowało stamtąd, a w okresie kontynentalnym nie tylko nie tworzyły się zazwyczaj nowe utwory, które mogłyby się przechować (por. § 76.) ale nawet już istniejące ulegały na powierzchni zniszczeniu pod wpływem czynników atmosferycznych, wody i t. p.¹⁾

Byłoby zatem rzeczą niemożliwą porównywać wiek utworów geologicznych w okolicach oddalonych od siebie, a nawet w jednym i tem samym miejscu — jeżeli następstwo warstw jest z przerwami — oznaczenie wieku pokładów z większą dokładnością musiałoby przedstawiać trudności nie do pokonania, gdyby nie paleontologia. Wiemy jednak, że w każdej erze dziejów ziemi, w każdej epoce i t. d. istniały na kuli ziemskiej rośliny i zwierzęta, dla których czas istnienia jest ograniczony tak dalece tylko do danego okresu, że często

¹⁾ Ta właśnie okoliczność, obok tego, że warstwy skorupy ziemskiej podczas fałdowania zostały w wielu miejscach wypiętrzone, powoduje, że nawet najstarsze pokłady znajdujemy często na powierzchni lub w nieznacznej głębokości, n. p. w dolinach rzek głębiej wciętych i t. p. Przy kompletnej seryi utworów osadowych i ich poziomem ułożeniu najdawniejsze pokłady musiałyby się znajdować w głębokościach wprost niedostępnych.

wystarczy znaleźć jedną taką skamieniałość przewodnią, aby oznaczyć wiek danego utworu z całą dokładnością (por. § 98.).

Niestety w najstarszych utworach warstwowych ziemi skamieniałości nie znajdujemy zupełnie lub są one niestęchanie rzadkie. Tworzą je t. zw.

107. Grupa archaiczna i eozoiczna albo algonkińska¹⁾, złożone — jak już wiemy — w dużej części z łupków krystalicznych. Pierwszą z nich stanowi potężna masa gnejsów, miąższości wielu tysięcy metrów, na której spoczywają łupki łyszczkowe i t. p. Pokłady grupy eozoicznej przybierają ku górze charakter coraz bardziej zbliżony do zwykłych skał osadowych, paleozoicznych. Utwory obu grup, a zwłaszcza archaiczne, są zazwyczaj mocno pofałdowane, popękane i t. p.

Skamieniałości — bardzo rzadkie i niewyraźne — znaleziono dotychczas tylko w pokładach eozoicznych czyli algonkińskich. Kuliste skupienia serpentynowo-wapienne, spotykane wśród utworów archaicznych nierzadko, zarówno w Ameryce jak i w Europie, a opisane pod nazwą *Eozoon canadense*, okazały się utworem pochodzenia nieorganicznego.

W Europie archaiczne utwory (w części przykryte osadami eozoicznymi) znajdujemy w Skandynawii i Finlandyi, w Alpach (gdzie tworzą wraz z granitem trzon krystaliczny tych gór), w Sudetach, w Czeskim i Bawarskim Lesie, w Górach Kruszcowych, w Bretanii, Szkocji i t. d.

Obfitują one w żyły i złoża kruszcowe.

108. Grupa paleozoiczna. Tworzą ją u spodu ciemne łupki iłowe, przechodzące w fyllity, szare, charakterystyczne piaskowce drobnoziarniste i twarde, w towarzystwie łupków, zwane „szarowaką“ (z niemieckiego), kwarcyty, rzadziej ciemne wapienie; ku górze wapieni coraz więcej, obok nich rozmaite piaskowce, łupki iłowe, dolomity i t. p. Ze skał wybuchowych znajdujemy wśród starszych utworów paleozoicznych żyły granitu, syenitu, diabazu, wśród młodszych — porfiry i melafiry.

Świat organiczny najstarszych systemów składa się z samych zwierząt bezkręgowych i z roślin, między którymi najwyższe są rodniowcami. Kręgowce, mianowicie najprostsze ryby (ryc. 134.), pojawiają się dopiero w systemie sylurskim, a gady były najwyższymi zwierzętami kręgowymi, żyjącymi w erze paleozoicznej. Jest to jednak era największego rozkwitu *głównogów*, pokrewnych łodzиковi (*orthoceras*, ryc. 133. c), *ramienionogów* (brachiopoda, ryc. 133. a i 135. b, c) i szkarłupni, głównie *liliowców* (ryc. 133. b). Z członkonogów zasługują na uwagę skorupiaki — mianowicie *eurypterusy* (ryc. 133. d)

¹⁾ Algonkin — nazwa ogólna dla pewnych szczepów Indyan Amer ki półn.

i bardzo charakterystyczne *trylobity* (ryc. 133. e), które jednak nie przeżyły tej ery, tak samo jak wiele innych rzędów, a nawet całych gromad świata zwierzęcego, właściwych tylko czasom paleozoicznym. We florze ówczesnej panowały *drzewiaste paprocie*, *skrzypy* i *widłaki* (ryc. 136. i 137.), a z wyższych roślin widzimy same nagozależkowe i to dopiero w późniejszych peryodach.

W bogactwa mineralne obfituje ta grupa. Prócz węgla kamiennego, który znajduje się wśród jej utworów warstwowych głównie w systemie węglowym, występują tu obficie kruszce żelaza (n. p. Erzberg w Styrii), ołowiu i srebra (Przybram w Czechach), tudzież złoto (Transwaal); w systemie permskim znajdują się potężne pokłady soli kamiennej, być może największe na całej kuli ziemskiej (Stassfurt, Sperrenberg), warstwy dewońskie w Stanach Zjednoczonych dostarczają olbrzymich ilości ropy.

109. System kambryjski¹⁾ odznacza się fauną, składającą się jeszcze z samych zwierząt bezkręgowych, między którymi trylobity zajmują pierwsze miejsce.

Znajdujemy te warstwy, rozwinięte bardzo dobrze i na znacznych przestrzeniach — w Europie, między innymi w Anglii, w Czechach, w Rosji i na półwyspie Skandynawskim, poza Europą n. p. w Ameryce północnej. W Polsce występują tylko w kilku rozrzuconych punktach. I tak widzimy je koło Sandomierza, gdzie na lewym brzegu Wisły (góry Pieprzowe) tworzą stromy i wysoki brzeg wiślany, potem w paru miejscowościach między Sandomierzem i Kielcami, a po stronie galicyjskiej w postaci małej skałki wśród utworów dyluwialnych we wsi Gorzyce koło Tarnobrzegu; na Litwie znane są z wsi Rawanieze, w powiecie ihumeńskim.

110. System sylurski²⁾ rozwinął się w wielu krajach, przedewszystkiem tam, gdzie już widzieliśmy utwory kambryjskie, na których bezpośrednio spoczywa. W Polsce widzimy go w górach Kielecko-sandomierskich i w znacznej części Podola.

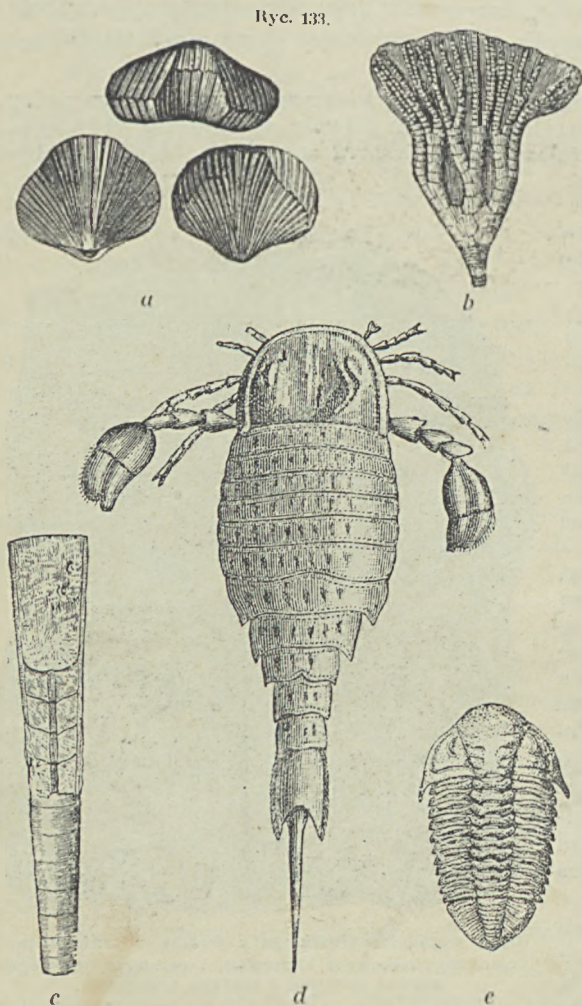
¹⁾ Od gór Kambryjskich w Walii. ²⁾ Od nazwy dawnego królestwa Sylurów w Anglii.

Ryc. 132.



Okaz wapienia sylurskiego z Podola z tentakulitami (cienkie, stożkowe skorupki), z resztkami ramienionogów, koralami i śladami trylobitów.

Fauna peryodu sylurskiego była — jak widzimy na licznych skamieniałościach — obfitą i urozmaiconą, a kregowce, mianowicie najniższe ryby chrząstnoszkieletowe pojawiają się już z początkiem syluru. W pokładach tego



Ryc. 133.

systemu uderza wielkie bogactwo korałów, a dalej obfitość liliowców (szkarłupnie) i ramienionogów (zwierzęta morskie z ciałem miękkim i z dwuklapową skorupą, za zwyczaj wapienna, jak u małżów). Między mięczakami zasługują na uwagę ortocerasy i inne pokrewne dzisiejszemu łodzikowi głowonogi, tudzież l. zw. tentakulity (por. ryc. 132.), zbliżone — jak się zdaje — do pewnych ślimaków, obecnie żyjących w morzach, wymierające jednak zupełnie już w dewonie. Z człononogów są dla tego peryodu szczególnie znamienne rozmaite trylobity, należące do skorupiaków, razem z pewnymi żyjącymi podówczas olbrzymami tej gromady, takimi, jak euryptery. Ryby odgrywają w systemie sylurskim tylko podrzędną rolę i pojawiają się w większej ilości dopiero w peryodzie dewońskim.

III. System dewoński¹⁾

przedstawia się jako ciąg dalszy utworów sylurskich, tak pod względem paleontologicznym, jak też w wielu wypadkach także i ze względu na swój charakter litologiczny. Można w nim wyróżnić w Europie przede wszystkim dwojakie utwory: morskie, utworzone przez wapienie, szarowakę, łupki ilowe i t. p., często z bardzo bogatą fauną, podobną do sylurskiej, i szczegól-

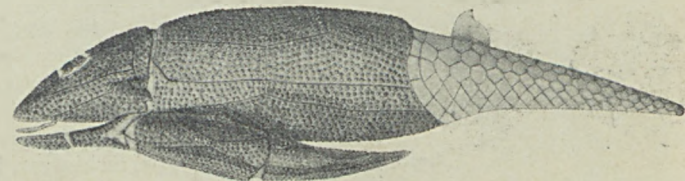
Skamieniałości systemu sylurskiego. a — Rhynchonella Wilsoni (ramienionóg) z Podola; b — Lecanocrinus elegans (liliowiec); c — Orthoceras sp.; d — Eurypterus remipes z Podola; e — Dalmanites socialis (trylobit).

ną fację kontynentalną wielkich a płytkich jezior pustyniowych, w których się osadzało mnóstwo materiału piaszczystego, dając początek olbrzymim masom charakterystycznych, czerwonych piaskowców; fauna tej drugiej facji składa się

¹⁾ Od hrabstwa Devonshire w Anglii.

głównie z licznych ryb pancernych (ryc. 134.) i olbrzymich skorupiaków, pokrewnych sylurskim eurypterusom.

Morski dewon widzimy znakomicie rozwinięty nad Renem, w Harcu, w Czechach, w Polsce w Krakowskim i w górach Kielecko-sandomierskich; system dewoński w facji piaskowcowej (l. zw. starszy czerwony piaskowiec) zajmuje znaczne przestrzenie w Szkocji, Irlandyi, w nadbałtyckich prowincjach rosyjskich, a u nas na Podolu, skąd piaskowce, należące tutaj, są w Galicyi znane powszechnie pod nazwą kamienia trembowelskiego. Na dewonie rozwija się:



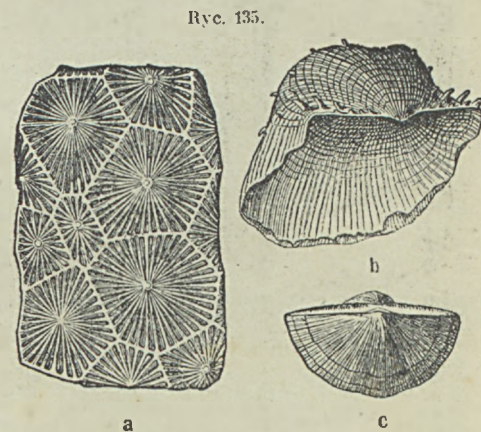
Ryc. 134.

Dewon. Asterolepis (ryba pancerna).

112. System węglowy. W tym systemie wyróżniają się przedewszystkiem warstwy morskie, utworzone głównie przez wapienie, z bogatą fauną właściwą morzom, i lądowe, z pokładami węgla kamiennego i resztkami niesłychanie bujnej flory ówczesnej; te ostatnie noszą nazwę „warstw produktywnych“. Morska fauna tego peryodu nie odbiega jeszcze bardzo znacznie od typu faun starszych; odznacza się bogactwem liliowców, które w tym czasie dochodzą swego najwyższego rozwoju, dalej zanikaniem trylobitów, które w następnym peryodzie wreszcie wymierają zupełnie i t. d. (por. ryc. 135.). Natomiast w warstwach lądowych, które dostarczają resztek ówczesnej flory, znajdują się odciski pajęczaków, owadów, a z pomiędzy kregowców — ciekawe, najstarsze na kuli ziemskiej płazy.

Świat roślinny peryodu węglowego przedstawia z pomiędzy bogatszych flor kopalnych najdawniejszą, znaną na ziemi. Charakter jej zupełnie odmienny, niż flory nam współczesnej. Olbrzymie widłaki (Lepidodendron i Sigillaria), drzewiaste skrzypy (Calamites), zwane kalamitami, należące tu także annularye (por. ryc. 136.) i t. p., wreszcie paprocie postaci ogromnych drzew nadawały przedewszystkiem charakter bujnemu światu roślinnemu peryodu węglowego (por. ryc. 137.). Z wyższych roślin nasiennych znane są z owego okresu dziejów ziemi przede wszystkim nagozałazkowe kordaity.

W Polsce znajdujemy system węglowy na Śląsku i w Krakowskim — zarówno w Galicyi, jak w Królestwie; tworzy on tutaj bardzo rozległe t. zw. „śląsko-krakowskie zagłębie“. W Krakowskim tylko górna część systemu węglowego, wykształcona jako t. zw. „formacja produktywna“, zawiera pokłady węgla kamiennego, dolną serję tworzy przeważnie morski „wapień wę-

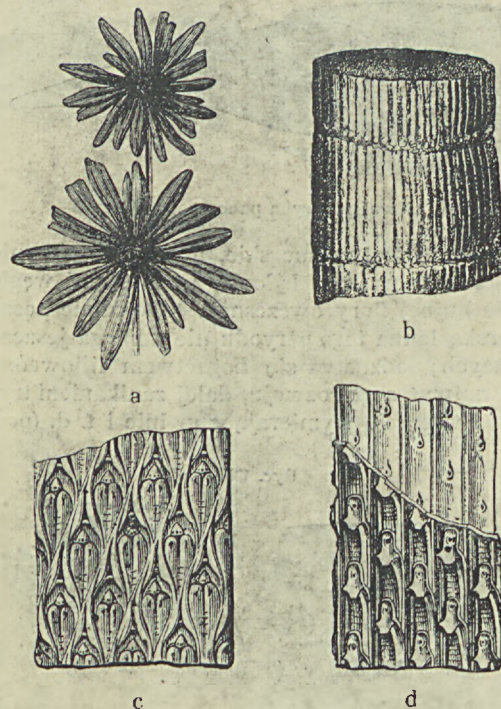


Ryc. 135.

Skamieniałości zwierzęce systemu węglowego. a — Lithostrotion canadense (korał); b — Productus semireticulatus (ramienionóg); c — Spirifer striatus (ramienionóg), obie ostatnie skamieniałości z Krakowskiego.

głowy. Na Śląsku i na Morawach w miejscu wapienia węglowego występują równoczesne z nim pokłady ciemnych łupków ilowych i piaskowców z resztkami roślin lądowych i zwierząt morskich, t. zw. „warstwy kulkowe”. Wogóle utwory systemu węglowego znajdują się w bardzo wielu krajach i we wszystkich częściach świata, a o ile są rozwinięte w facyi, odznaczają się obecnością pokładów węgla kamiennego, są one wszędzie podstawą wielkiego przemysłu, który obecnie nie może się obejść bez ogromnych ilości materiału opałowego.

Ryc. 136.

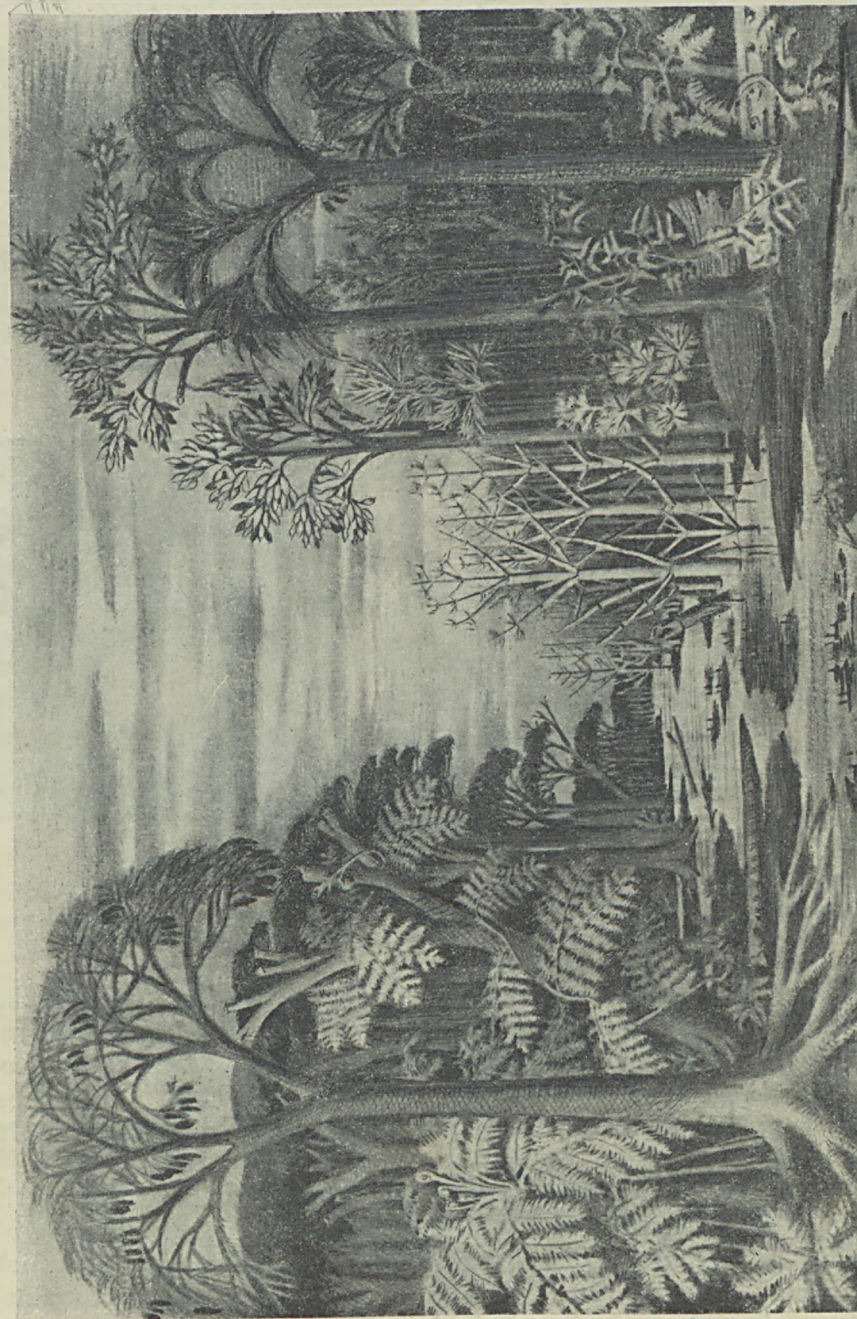


System węglowy. Skamieniałości roślinne systemu węglowego. a — Annularia; b — Calamites; c — Lepidodendron; d — Sigillaria.

W Polsce znajdujemy permskie piaskowce przede wszystkim w Tatrach i w Krakowskim, tudzież cechsztyń koło Kajetanowa pod Kielcami.

114. Grupa mezozoiczna. Litologicznie³⁾ odznacza się ona obfitością jasnych wapieni i margli, obok których znajdujemy, często w znacznych ilościach, ropy rozmaitego rodzaju i różne piaskowce, zlepience i t. p. We wszystkich utworach mezozoicznych w Europie zaznaczają się wyraźnie przedewszystkiem dwa odrębne obszary:

¹⁾ Od gubernii permskiej w Rosyi. ²⁾ Od podziału na dwie serye (dyas (gr.), dwoistość). ³⁾ litos (gr.), kamień; lógos (gr.), nauka; litologia, nauka o skałach.



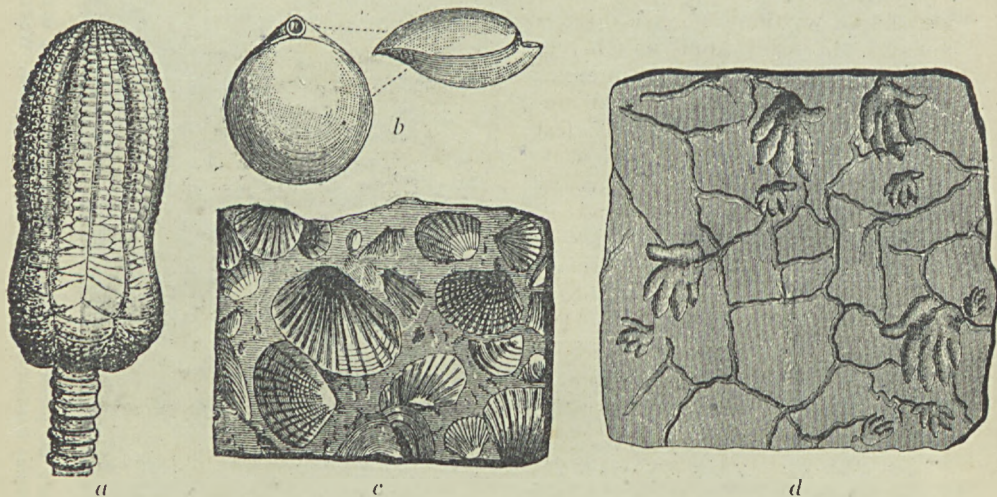
Ryc. 137.

Krajobraz z peryodu węglowego; po lewej ręce na pierwszym planie lapidodendron, dalej drzewiaste paprocie; po prawej stronie sygillaria, dalej dwa potężne kordaliby, a w głębi zarosła kalamitów. Według Potoniego.

środkowej Europy i alpejski, który zresztą obejmuje nie tylko Alpy, ale także całą południową Europę, scharakteryzowany przez pewne odrębne właściwości faunistyczne.

Pod względem faunistycznym zaznacza się wogóle ubytek tych grup świata zwierzęcego, które dla ery paleozoicznej były właśnie charakterystyczne. Nie widzimy tu zupełnie n. p. trylobitów, wielu ramienionogów i t. p.; w erze mezozoicznej należały one już do wymarłych mieszkańców ziemi. Natomiast wysuwają się na pierwszy plan *korale*, podobne jak dzisiaj, a z pomiędzy szkarłupni *jeżowce* (ryc. 142. i 144.), powiększa się bardzo znacznie różnorodność *małż* i *ślizgów*, z *głównogów* zaś *amonity* (ryc. 142. i 144., — istnieją

Ryc. 138.



Skamieniałości systemu tryasowego. a — *Emericinus lilliformis* (liliovec); b — *Terebratula vulgaris* (ramienionóg); c — *Myophoria costata* (małż) na kawałku dolno-triasowego dolomitu marglowego z okolic Krakowa; d — odcisk stóp olbrzymiego płaza *Chirotherium*.

one zresztą już w erze paleozoicznej) dochodzą razem z *belemnitami* (ryc. 142. i 144.) szczytu swego rozwoju. Wreszcie z pomiędzy kręgowców pojawiły się dopiero w tej erze *ryby kostnoszkieletowe* i pierwsze kręgowce ciepło-krwiste, t. j. ptaki (ryc. 143. c) i ssawce, a *gady* rozwijają się tak, jak nigdy przedtem i potem (ryc. 140., 141. i 143. a, b).

Resztki kopalne roślin, znajduwane w utworach mezozoicznych, wskazują na niemniej daleko sięgające zmiany, jakim uległ świat roślinny. Jeżeli florę paleozoiczną możemy nazwać florą olbrzymich rodniovców, to dla świata roślinnego ery mezozoicznej są charakterystycznymi w tym samym stopniu drzewiaste *sagowce* (ryc. 139.) i *rośliny szpilkowe*. Należy jednak zaznaczyć, że już w peryodzie

triasowym pojawiają się pierwsze rośliny dwuliścienne, które wkrótce obejmują rolę dominującą.

W minerały pożyteczne obfituje również i ta grupa. U nas n. p. w utworach tryasowych znajdują się w Krakowskim i na Śląsku bogate złoża kruszców cynku, ołowiu (srebroosnoe) i żelaza, a prócz tego sferosyderyty w pokładach tryasowych i jurajskich w Kieleckiem (obok limonitów), w pokładach jurajskich koło Częstochowy i w karpackiej kredzie.

115. System tryasowy¹⁾. W Europie znajdujemy go wykształconym w dwójaki sposób, mianowicie: jako tryas t. zw. niemiecki i alpejski. W Niemczech wyróżniono w nim trzy serye: dolną, przeważnie piaskowcą, bez skamieniałości morskich, zato z szczątkami fauny lądowej (nosi ona nazwę „piaskowca pstręgo“ i jest utworem pustyniowym); środkową, złożoną z wapieni, dolomitów i margli, z fauną morską, ale stosunkowo ubogą, wskazującą na morze rozległe lecz zamknięte (jest to t. zw. serya „wapienia muszlowego“); wreszcie seryę górną, gdzie zaznacza się znowu wybitnie powrót do stosunków bardziej kontynentalnych, stąd powtórnie przewaga w niej pokładów z resztkami roślin, gdzie — gdzie w warstwach węgla i t. p. (jest to t. zw. „serya kajprowa“, której najwyższa część nosi nazwę „retu“ albo warstw retyckich). W całych Niemczech i sąsiadującej części Francji i Szwajcaryi, niemniej w Polsce — na Śląsku, w Krakowskim tudzież w Kieleckiem i Radomskim znajdujemy wszędzie tryas wykształcony w podobny sposób.

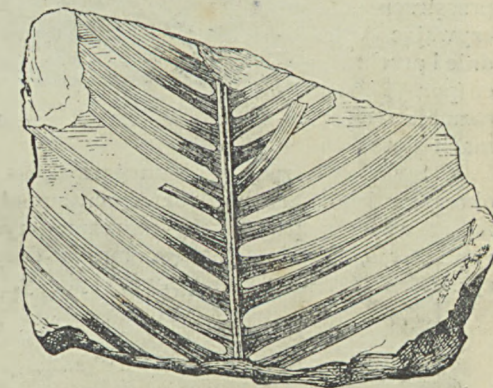
Zupełnie odmienny charakter ma tryas alpejski, który jest wido- cznie utworem wielkiego oceanu. Widzimy go we wszystkich częściach świata mniej więcej tak samo wykształconym, z bardzo bogatą fauną amonitów (która w tryasie niemieckim przedstawia się nader uboga), z charakterystycznymi innymi mięczakami i t. d.

Na południowej półkuli w Afryce południowej, a na północnej w Indyach Przedgangesowych utwory tryasowe tworzą na znacznych przestrzeniach górną część potężnie rozwiniętego układu warstw pochodzenia lądowego, który ku dołowi sięga — być może — aż do węglowego systemu i okazuje u spodu znamiona utworu lodowcowego. Cały ten kompleks, odpowiadający zatem kilku systemom, nosi w Indyach nazwę „warstw Gondwana“; w Afryce południowej, gdzie odznacza się nadzwyczajną obfitością kopalnych gadów, otrzyma miano „formacji Karroo“ (czyt. karu).

Już w faunie tryasowej zaznacza się obfitość amonitów i rozmaitych gadów; liliovec, ubogie co do liczby gatunków, jeszcze niekiedy występują w tak znacznej ilości osobników, że tworzą w ten sposób t. zw. wapienie krynoidowe (*Emericinus lilliformis*, ryc. 138. a). Wreszcie zasługuje na uwagę pierwsze pojawienie się ssawców właśnie w tym peryodzie. W świecie roślinnym obok drzew szpilkowych dominują sagowce.

¹⁾ Od podziału na trzy główne serye; trias (gr.), troistość.

Ryc. 139.



Sagowiec tryasowy (*Pterophyllum Braunianum*).

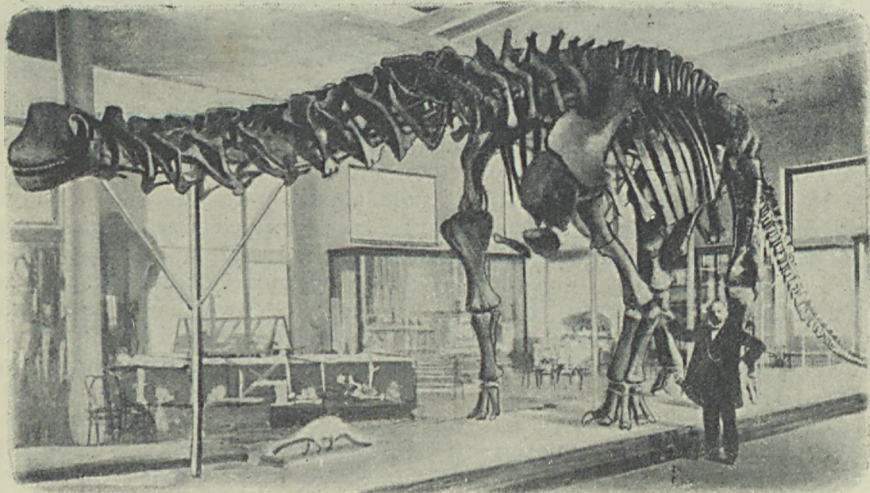
116. System jurajski¹⁾, litologicznie przedstawiający się bardzo rozmaicie, odznacza się szerokim rozprzestrzenieniem we wszystkich częściach świata. Z pomiędzy trzech głównych seryi, na jakie się rozpada, dolnej, t. j. „l i a s o w e j“, brakuje w wielu miejscach, n. p. w Polsce, w Rosyi i t. d.; natomiast jura średnia, czyli „brunatna“ albo „dogger“, a zwłaszcza jura górna, czyli „biała“ albo „m a l m“, zajmują bardzo znaczne przestrzenie, spoczywając niezgodnie i przekraczając (por. § 94.) na najrozmaitszych systemach starszych.



Idealny krajobraz jurajski z parą brontozaurów.

Świat zwierzęcy peryodu jurajskiego odznacza się przypadającym na ten okres bardzo znacznym rozwojem amonitów i belemnitów (ryc. 142.), a z pomiędzy zwierząt kręgowych — najrozmaitszych gadów (Plesiosaurus, Ichthyosaurus, ryc. 143. a, b, okazałe zwierzęta morskie, długości kilku metrów, dalej Brontosaurus, ryc. 140. i 141., olbrzymi potwór lądowy, długi około 20 m), pojawieniem się

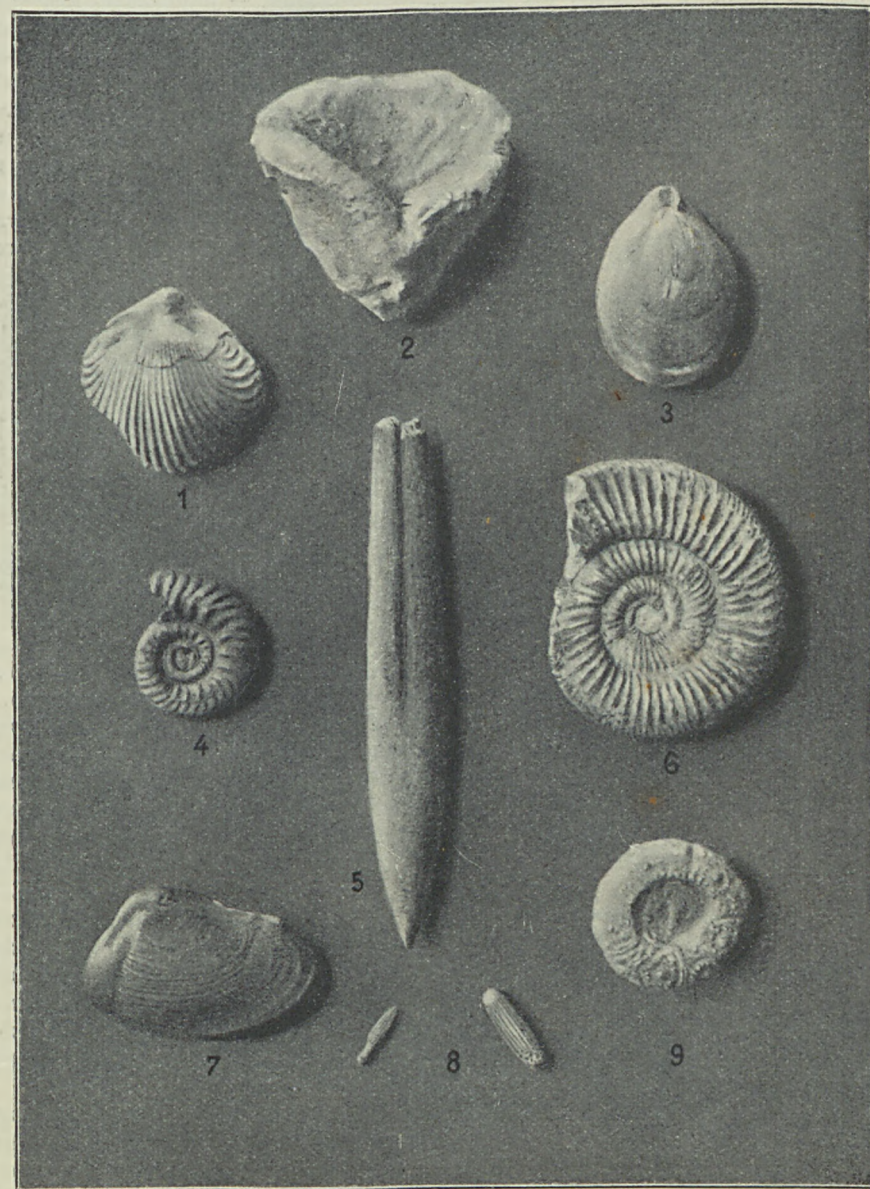
Ryc. 141.



Kośćce brontozaura, ustawiony w nowojorskim Muzeum historii naturalnej. Według fotografii z natury.

¹⁾ Od gór Jura.

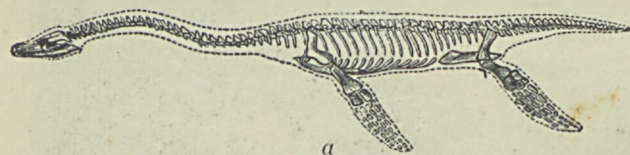
Ryc. 142.



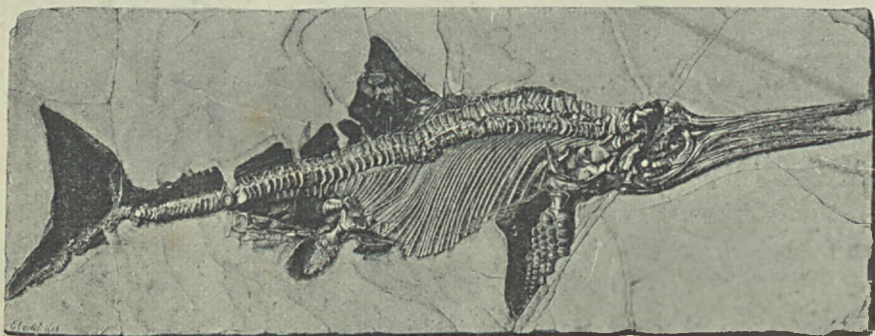
Skamieniałości z warstw jury polskiej. 1 — Rhynchonella moravica (ramienionóg); 2 — Cnemidium rimulosum (gąbka); 3 — Terebratula bisuffarcinata (ramienionóg); 4 — Harpoceras rossiense (głowonóg, amonit); 5 — Belemnites hastatus (głowonóg); 6 — Perisphinctes plicatilis (głowonóg, amonit); 7 — Pholadomya ovulum (małż); 8 — Kolce jeżowca Cidaris coronata; 9 — Cidaris coronata (jeżowiec) bez kolców. 4 i 7 — z warstw jury średniej czyli brunatnej (dogger); okazy pozostałe z wapieni górno-jurajskiej (malin). (Wszystko ponownie zamalowane, ryc. 4, 6 i 7 — jądra kamienne.)

pierwszych ptaków (ryc. 143. c), obfitością ramienionogów (ryc. 142.) — chociaż fauna ich znacznie uboższa, niż w erze paleozoicznej, — mnogością jeżowców (ryc. 142.), które w morzach ówczesnych zastępują coraz

Ryc. 143.



a



b



rybojasecisk.

Gady i najstarszy ptak peryodu jurajskiego.
a — Plesiosaurus dollehoideirus, pomniejszony 40 razy; b — Ichthyosaurus quadriseissus, znacznie pomniejszony; c — Archaeopteryx litographica.

117. System kredowy¹⁾. Odznacza się on równie wielką różnorodnością, jak i poprzedni.

¹⁾ Od powszechnie znanej, białej kredy, której pokłady znajdują się w tym systemie.

rzadsze liliowce, bardzo bogatą i urozmaiconą fauną gąbek (ryc. 142.), tudzież koralu i t. d.

We florze ówczesnej jeszcze są nieznanne rośliny okrytozalążkowe. Składa się ona głównie z drzewiastych paproci

i sagowców z nierzadkimi drzewami szpilkowemi.

W Polsce odgrywają warstwy jurajskie ważną rolę, tworząc Krakowsko-wieluńskie pasmo jurajskich wyniosłości między Krakowem i Kaliszem (Wawel, Olsztyn, Jasna Góra i t. d.), występując prócz tego na wyżynie Kielecko-sandomierskiej, wreszcie wchodząc w skład utworów, z których są złożone Tatry, budując Pieniny i t. d.

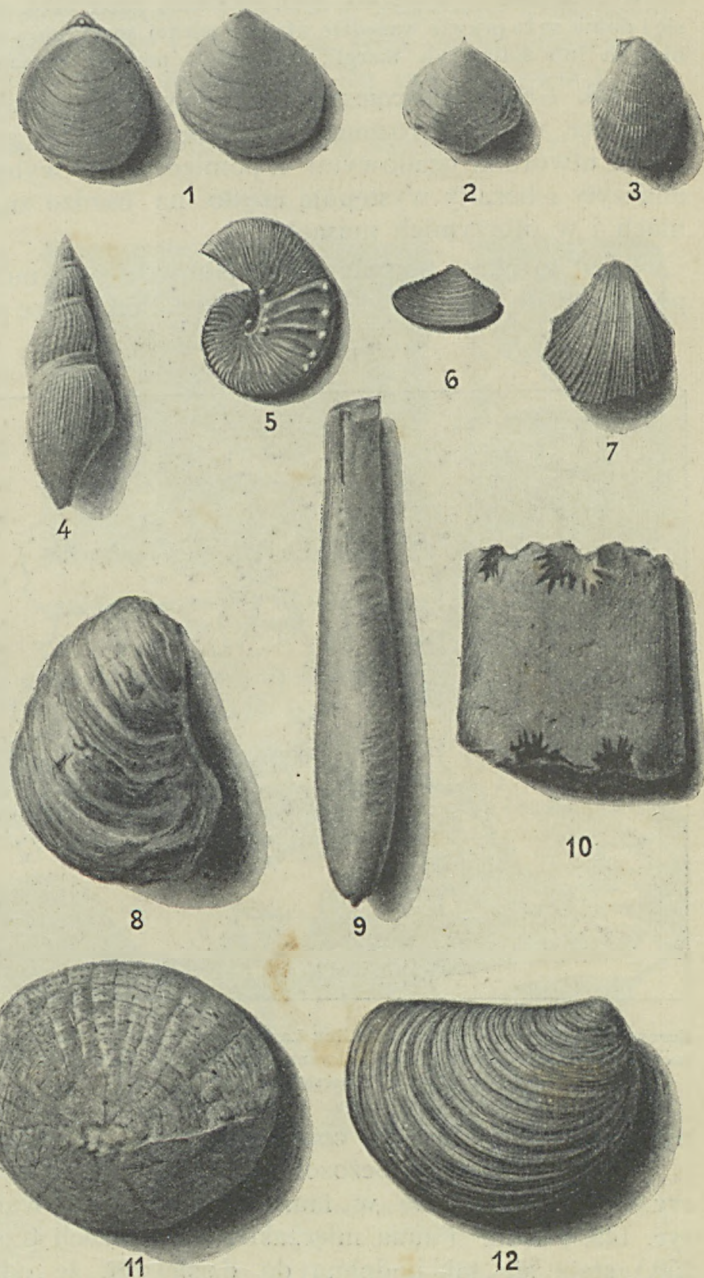
Na warstwach jurajskich, których bliższy podział wskazuje tablica synopolityczna w § 105., rozwija się jako utwór bezpośrednio młodszy:

Ryc. 144.

Pod względem paleontologicznym cechuje ten system wyraźny ku górze ubytek belemnitów i amonitów, między którymi widzi się stosunkowo liczne formy rozkręcone (ryc. 144., rys. 5.), ślimakowato zwinięte lub nawet zupełnie proste, dalej zubożenie fauny gadów w porównaniu z jurą, a pośród ryb przewaga kostnoszkieletowych ponad innymi.

W rozwoju świata roślinnego peryod kredowy stanowi ważny moment pierwszego pojawienia się roślin dwuliściennych (rośliny jednoliścienne istniały już dawniej).

System kredowy, zwłaszcza jego górna część, odznacza się szerokim rozprzestrzenieniem, podobnie, jak utwory jurajskie. U nas, w Polsce, znajdujemy kredę rozwiniętą na większych obszarach w Krakowskim, nad Nidą i na wyżynie Lubelskiej, na Litwie, na Wołyniu i Podolu, wresz-



Skamieniałości warstw kredowych okolicy Lwowa. Z książki Friedberga. 1 — Terebratulina carn-a (ramienionóg); 2 — Rhychonella plicatilis (ramienionóg); 3 — Lima decussata (małż); 4 — Voluta semillneta (ślimak); 5 — Scaphites constrictus (głowonóg, amonit); 6 — Leda producta (małż); 7 — Vola striatocostata (małż); 8 — Gryphaca vesicularis (małż); 9 — Belemnitella mucronata (głowonóg); 10 — Baculites Knorri, tylko kawałek skorupy (głowonóg, należący do amonitów, o skorupie zupełnie rozkręconej i wyprostowanej); 11 — Anachyles ovata (jeżowiec); 12 — Inoceramus Crispi (małż). Wszystkie nieco pomniejszone; ryc. 3, 4, 5, 6, 7, 10 i 12 — jądra kamienne.

cie w Karpatach. Z wyjątkiem tych ostatnich, gdzie obok górnej kredy znajduje się i dolna, są to prawie wszędzie utwory górnej seryi, głównie senon, w postaci białych lub żółtych margli, zwanych w pewnej odmianie „opoką“.

118. Grupa kenozoiczna. Iły, gliny, piaski, piaskowce, żwiry lub zlepieńce, margle i rozmaite wapienie są w tej grupie najpospolitszymi utworami osadowymi. Z pomiędzy skał wybuchowych trachity, andezyty i bazalty występują często na bardzo znacznych przestrzeniach i w olbrzymich masach.

Jest to okres powolnego kształtowania się mórz i lądów coraz podobniej do tego, co widzimy obecnie. Pod koniec peryodu trzeciorzędnego tworzą się dzisiejsze lądy i obecne baseny morskie, w ciągu tego peryodu piętrzą się ostatecznie najwyższe góry pasmowe doby nam współczesnej, stosunki klimatyczne zbliżają się również coraz bardziej do obecnych.

Ryc. 145.



Europa w czasach miocenów. Według Lapparent'a. Pola białe oznaczają ląd suchy, kreskowane — morza, a punktowane — jeziora, względnie odcięte laguny morskie.

ny i zwierzęcy staje się coraz podobniejszym do dzisiejszego.

Olbrzymie gady mezozoiczne wymierają z końcem poprzedniej ery i rozpoczyna się w faunie lądowej panowanie ssawców (por. ryc. 149. i 151.). Fauna mięczaków w morzach trzeciorzędnych (ryc. 150.) staje się tak podobną do dzisiejszej, że odnajdujemy w niej z każdym wyższym piętrzem coraz większy procent wprost współczesnych form małżów i ślimaków; amonity i belemuity wymierają już z końcem ery poprzedniej. Świat zwierzęcy czwartorzędny na ogół jest już w zupełności podobny do obecnego, chociaż w dyluwium

trzeciorzędnego tworzą się dzisiejsze lądy i obecne baseny morskie, w ciągu tego peryodu piętrzą się ostatecznie najwyższe góry pasmowe doby nam współczesnej, stosunki klimatyczne zbliżają się również coraz bardziej do obecnych.

W ślad za tem także świat roślinny

żyją jeszcze w Europie mamuty (ryc. 151.), pokrewne dzisiejszym słoniom, dalej nosorożce, lwy i t. p. obok rena, wołu piżmowego i innych przedstawicieli strefy zimnej. Na ten czas przypada t. zw. epoka lodowa (por. § 69.).

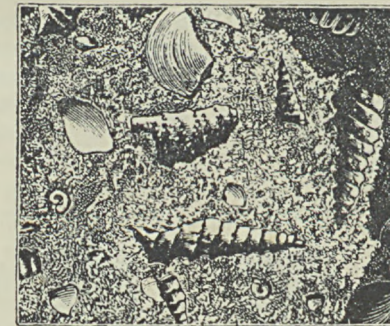
We florze kenozoicznej dominują rośliny dwuliścienne (ryc. 148.); ma ona w Europie środkowej w początkach peryodu trzeciorzędnego charakter jeszcze strefy gorącej, przybiera jednak z wolna znamiona strefy umiarkowanej i umiarkowanej, a w dyluwium (epoka lodowa) posiada cechy właściwe nawet krajom północnym. Na uwagę zasługują odciski morskich glonów w pewnych warstwach, n. p. w karpakich, zwane fukoidami (por. ryc. 148. a).

W dyluwium zjawia się wreszcie na pewne człowiek współczesny mamułowi.

Z pomiędzy minerałów pożytecznych znajdujemy w utworach kenozoicznych, oprócz pewnych kruszców, jeszcze siarkę, węgiel brunatny, naftę, wosk ziemny i sól kamienną.

119. System trzeciorzędny. Dla eocenu i dolnego oligocenu są bardzo charakterystycznymi skamieniałościami olbrzymie otwornice, zwane numulitami (ryc. 147.). Wogóle w obu najniższych piętrach trzeciorzędnym [eocen¹⁾ i oligocen²⁾], zwanych „paleogenem“³⁾, fauna morska jeszcze dosyć różna od dzisiejszej, a w jeszcze wyższym stopniu widzimy to na faunie lądowej ssawców, której nadają charakter torbacze, podobne do tapirów paleoterya (ryc. 149. a), anoploterya, dalej protoplaści dzisiejszych mięsożerców (kreodonty) i rozmaite

Ryc. 146.



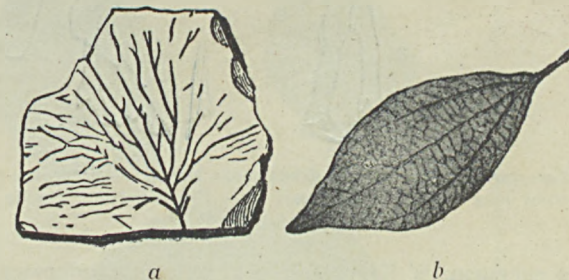
Wapień paleogeński z skorupami ślimaków i małżów.

Ryc. 147.



Wapień z numulitami.

Ryc. 148.



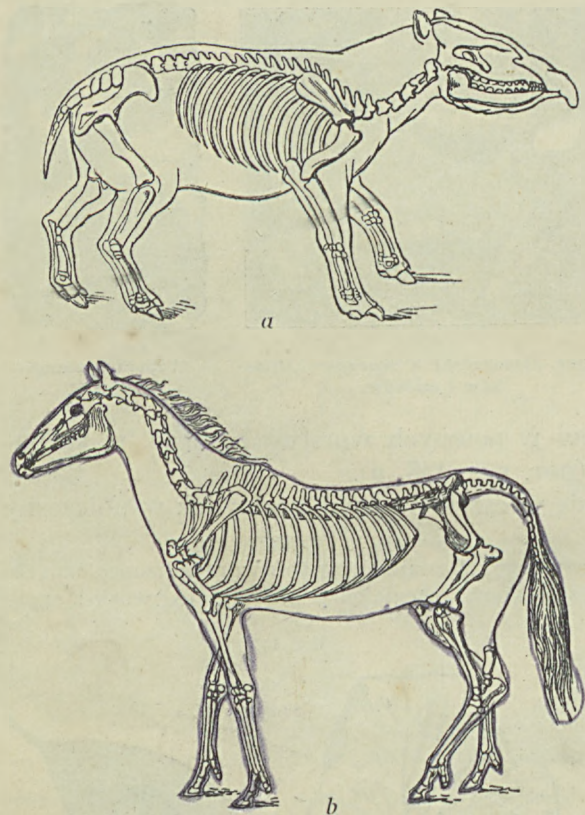
Skamieniałości trzeciorzędnych roślin. a — Chondrites furcatus (glon), b — Cinnamomum: 1, 2.

¹⁾ eós (gr.), jutrzeńka; kainós (gr.), nowy. ²⁾ oligos (gr.), mało. ³⁾ palaiós (gr.), dawny; génesis (gr.), powstanie.

przeżuwacze. Flora ówczesna, środkowo-europejska, odznacza się obecnością palm i innych roślin strefy tropikalnej.

W „neogenie”¹⁾ [miocen²⁾ i pliocen³⁾] prawie znikają numulity, a w faunie mięczaków zwiększa się ogromnie procent gatunków wspólnych morzom ówczesnym i dzisiejszym. (Najpospolitsze u nas gatunki miocenijskich mięczaków na ryc. 150.) Z pomiędzy ssawców jawią się olbrzymie trąbowce —

Ryc. 149.



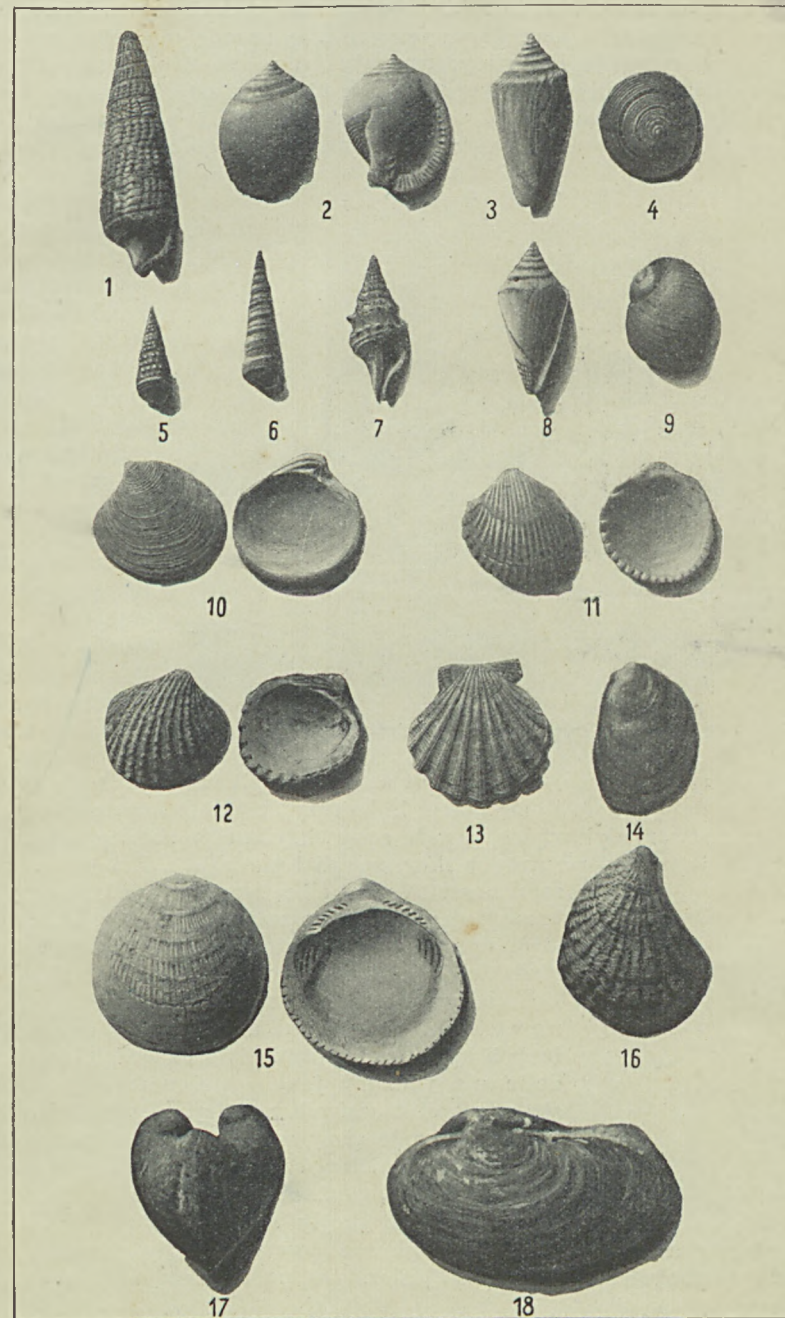
Trzeczorzędni protoplaści dzisiejszego konia. *a* — *Palaeotherium magnum* (z paleogenu); *b* — *Hippotherium gracile* (z neogenu).

z cocenem. W Karpatach cały paleogen odgrywa znaczną rolę.

Na szczególną uwagę zasługują potężne słodkowodne utwory w środkowych Stanach Zjednoczonych Ameryki północnej, które dostarczyły nadzwyczaj bogatej fauny bardzo ciekawych ssawców. Na obszarze właśnie tych warstw znajdują się dzikie, pustynne okolice, znane nam już „Bad Lands” czyli „Złe Miejsca” (por. § 71. i ryc. 94.).

¹⁾ néos (gr.), nowy. ²⁾ méion (gr.), mniej; kainós (gr.), nowy. ³⁾ pleiön (gr.), więcej.

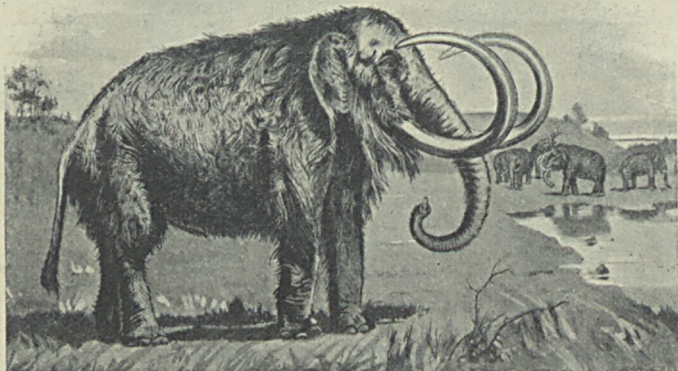
Ryc. 150.



Skamieniałości z warstw miocenijskich w Polsce. Z książki Friedberga. 1 — *Cerithium lignitarum* (ślimak); 2 — *Cassia saburon* (ślimak); 3 i 8 — *Conus Dujardin* (ślimak); 4 — *Trochus patulus* (ślimak); 5 — *Cerithium pletum* (ślimak); 6 — *Turritella Archimedis* (ślimak); 7 — *Pleurotoma asperulata* (ślimak); 9 — *Natica millepunctata* (ślimak); 10 — *Venus cineta* (małż); 11 — *Cardium praecebinatum* (małż); 12 — *Cardita rudista* (małż); 13 — *Pecten elegans* (małż); 14 i 16 — *Ostrea digitalina* (małż); 15 — *Pectunculus pilosus* (małż); 17 — *Isocardia cor* (małż); 18 — *Panopea Menardi* (małż). Wszystkie pomniejszone; ryc. 17, 18 — Jądra kamienne.

120. System czwartorzędny składa się ze starszych utworów, dyluwialnych, i młodszych, aluwialnych, nam współczesnych. „Dyluwium¹⁾” albo „pléiston²⁾” tworzą rozmaite ropy, gliny, usypiska i t. p. Są to prawie bez wyjątku same osady słodkowodne i lądowe; morskich utworów z tych czasów nie można znaleźć na lądzie stałym dalej od wybrzeży, wobec tego, że granice mórz i lądów prawie nie zmieniły się od końca peryodu trzeciorzędnego aż do naszych czasów.

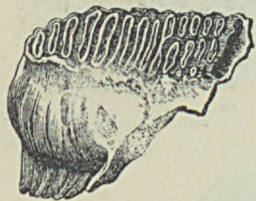
Ryc. 151.



Dyluwium. Mamut (Elephas primigenius).

landyi, a pokryły Niemcy i Polskę aż po góry Środkowo-niemieckie i Karpaty Galicyi zachodniej. Cofając się potem kilka razy, czemu odpowiadają „między lodowce” utwory dyluwialne, zawsze zostawiały one po sobie potężne moreny denne i t. p. w postaci rozmaitych ropy, margli i piasków, z licznymi t. zw. „głazami narzutowymi” albo „erratycznymi”; „przybłądy” te znajdujemy dzisiaj rozrzucone po całej Polsce w postaci czerwonych granitów skandynawskich lub fiński i innych skał obcego pochodzenia.

Ryc. 152.



Ząb trzonowy mamuta.

Równocześnie nawet Tatry i Czarnohora pokryły się własnymi lodowcami, a lodowce alpejskie, tudzież innych wysokich gór posunęły się znacznie dalej w głąb dolin, niż widzimy je obecnie, unosząc czasami całe skały, nawet znacznych rozmiarów; spotykamy dzisiaj takie olbrzymie głazy erratyczne w niejednej dolinie u podnóża Alp. Długi czas były one przedmiotem rozmaitych legend, gdyż nie umiano sobie wytlómaczyć, w jaki sposób mogły się tam dostać.

Prócz głazów erratycznych, lodowce ówczesne dały początek całemu mnóstwu większych i mniejszych jezior. Do nich należą największe i naj-

Wśród dyluwialnych utworów odgrywają znaczną rolę ropy, piaski i usypiska lodowcowe.

Epoka dyluwialna nosi bowiem dosyć szczególne piętno w nowszych dziejach geologicznych ziemi, gdyż w tym właśnie czasie znaczna część Europy, Ameryki i t. d. pokryła się potężną skorupą lodową, podobnie jak dzisiaj Grenlandy³⁾. W Europie lodowce sunęły się z półwyspu Skandynawskiego i z Fin-

liczniejsze jeziora słodkowodne Europy: na Pojezierzu Bałtyckim i w Finlandyi, jeziora podalpejskie, tatrzańskie i t. d. Niektóre z nich powstały poza moreną czołową, skutkiem zamknięcia przez nią doliny i załamowania odpływu wód. W ten sposób wytworzyły się w Tatrach n. p. jeziora Toporowe, jezioro Szezyrbskie i t. d.

Po ostatecznym cofnięciu się na północ lodowców, czyli po skończeniu się ostatniej t. zw. „lodowej epoki” zapanował w znacznej części Europy klimat suchy, stepowy i należy odnieść do tych przeważnie czasów powstanie owych potężnych zwalów lessowych (por. § 70.). Wreszcie klimat staje się coraz bardziej podobnym do dzisiejszego i w ten sposób, zwolna, przechodzą czasy dyluwialne w „epokę aluwialną”¹⁾.

Równoległe z temi zmianami przeobraża się także flora i fauna Europy. Podczas gdy w dyluwium żyły u nas mamuty, nosorożce, niedźwiedzie i lwy jaskiniowe, łosie, renny, wół piżmowy i t. p., wybornie przystosowane do surowego klimatu epok lodowych (por. mamuta na ryc. 151., okrytego długą wełnistą sierścią), a równocześnie i flora posiadała charakter strefy zimnej, to z nastaniem cieplejszego klimatu owe zwierzęta cofają się na północ (n. p. ren, wół piżmowy) lub wymierają zupełnie (mamut, nosorożce dyluwialne i t. p.), zjawia się w znacznej części Europy fauna stepowa, a wreszcie zwolna, z początkiem epoki aluwialnej przybiera ona charakter taki, jaki okazuje obecnie.

Ślady człowieka znane są z dyluwium niewątpliwie. Pierwotny ten mieszkaniec Europy nie znał użytku nie tylko metali, ale nawet lepiej obrobionych narzędzi z kamienia: krzemień łupany, ale nawet nie gładzony, kość oskrobana i obrobiona przy pomocy takiego narzędzia krzemienno, były to prawie jedyne narzędzia, jakimi się posługiwał. Po tym okresie kamienia łupanego (wiek paleolityczny) następuje już w peryodzie aluwialnym wiek kamienia gładzonego (neolityczny), a później brązu, który wreszcie poprzedza okres dzisiejszy. Do czasów neolitycznych, już stosunkowo wysokiej kultury, należy odnieść „nawodne mieszkania przedhistoryczne” (por. ryc. 154.), których ślady znalezione nad wielu jeziorami Europy.

W ten sposób przebiegłszy w dziejach ziemi całe miliony lat, od najstarszych peryodów geologicznych po dzień dzisiejszy, stajemy wobec czasów, jeżeli jeszcze nie historycznych, to w każdym razie takich, które należą już do „przedhistorycznej archeologii”.

¹⁾ alluvies (łac.), napływy wodne.

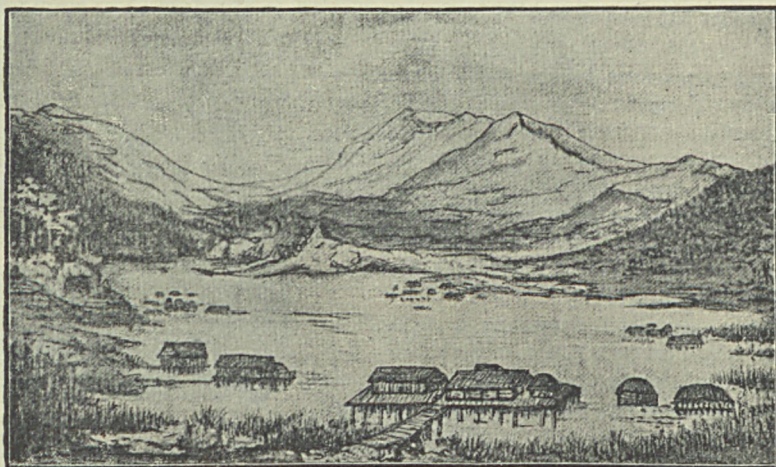
Ryc. 153.



Wyroby kamienne człowieka neolitycznego. 1 — piłka; 2 — grot strzały; 3 — ostrze dzidy; 4, 5 — siekiery. Według okazów Muzeum Dzieduszyckich.

X
121. Krótki pogląd na rozwój świata roślinnego i zwierzęcego na ziemi. Dzieje geologiczne ziemi wskazują dobitnie, że świat roślin i zwierząt ulegał ciągłym zmianom. Widzimy, jak całe ich rodziny, rzędy i gromady wymierają, a natomiast pojawiają się nowe; właśnie wyrazem tych zmian ma być podział dziejów ziemi na szereg er, peryodów i epok. W erze paleozoicznej znajdujemy n. p. charakterystyczne trylobity i olbrzymie eurypterusy, ale już w następnych czasach mezozoicznych niema z nich przeważnie ani śladu, dominują zato olbrzymie gady, a z pomiędzy głowonogów najrozmaitsze amonity i belemnity; i one nie przechodzą jednak do najmłodszej ery kenozoicznej, która ma swój świat odrębny, przede wszystkim z bardzo charakterystycznymi ssawcami.

Ryc. 151.

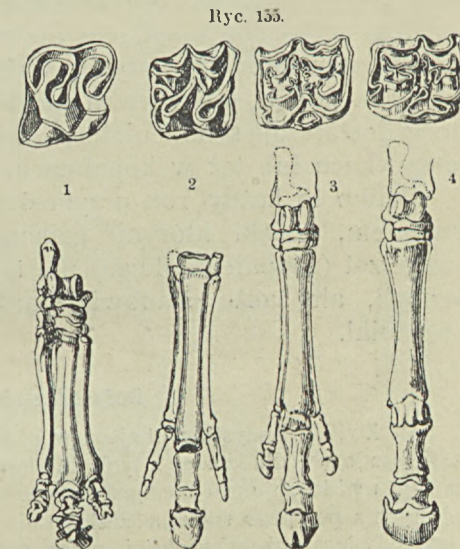


Nawodna osada przedhistoryczna.

Zmiany te w świecie organicznym muszą zastanowić każdego. Wszakże, jeżeli się im przypatrzymy, zwraca na siebie uwagę jeszcze inny fakt, niemniej oczywisty, ciągłego doskonalenia się zarówno świata roślinnego jak i zwierzęcego. I tak kiedy w najstarszych czasach, algonkińskim i kambryjskim, nie dostrzegamy ani śladu kręgowców, pojawiają się one już w sylurze; są to jednak same ryby i to tylko najniższe. Gady liczniejsze widzimy dopiero w permie, a ptaki i ssawce nie wcześniej, jak w erze mezozoicznej, z tych ostatnich zaś małpy dopiero w neogenie. Wyższe ryby kostnoszkieletowe spotykamy po raz pierwszy w jurze. Przykładów takich możnaby znaleźć całe mnóstwo. Jeszcze jeden zaczerpnijemy z paleontologii roślin. Pierwsze rośliny lądowe na kuli ziemskiej, jakie znamy, są rodniowcami i cała

era paleozoiczna jest okresem ich panowania. Wprawdzie już z peryodu węglowego są znane zarodkowce, ale są to dopiero rośliny nagozależkowe. W erze mezozoicznej dominują pokrewne im sagowce i rośliny szpilkowe, a najwyższy dział roślin okrytozależkowych zjawia się dopiero pod koniec tej ery, w peryodzie kredowym.

122. To następstwo w ciągu okresów geologicznych istot coraz doskonalszych po bardziej pierwotnych musi naprowadzać na przypuszczenie, że świat organiczny rozwijał się z jednego wspólnego pnia, niby coraz nowsze konary, gałęzie i gałązki, a rozmaite zwierzęta lub rośliny są w ten sposób z sobą związane pokrewieństwem rzeczywistym, genetycznym. I istotnie paleontologia dostarcza całych drzew genealogicznych dla rozmaitych gatunków świata zwierzęcego. Rodowód dzisiejszego konia rozpoczyna się oligoceniem Palaeotherium, z szeregiem późniejszych form przejściowych (w miocenie Anchitherium i w pliocenie Hippotherium), które prowadzą wprost do konia nam współczesnego (por. ryc. 149. i 155.). W powolnym przekształcaniu się nogi i uzębienia u wymienionych zwierząt widać to bardzo dobrze, a możnaby znaleźć jeszcze wiele takich przykładów.



Tyłna noga i ząb trzonowy: 1 — Palaeotherium (oligocen); 2 — Anchitherium (miocen); 3 — Hippotherium (pliocen); 4 — koń dzisiejszy.

Podobnym dowodem rozwijania się świata organicznego, jak konarów ze wspólnego pnia, jest dalej wiele form kopalnych, które odznaczają się tem, że stanowią przejście między dwoma gatunkami, rodzajami, rodzinami, a nawet gromadami. Szczególnie ciekawem zwierzęciem tego rodzaju jest pierwszy znany ptak na ziemi, t. zw. Archaeopteryx (ryc. 143. c), znaleziony dotychczas w dwóch egzemplarzach w górnio-jurajskich wapieniach litograficznych w Solenhofen w Bawaryi. Łączył on w sobie wybitnie cechy ptaków i gadów, posiadał bowiem palce skrzydeł jeszcze wolne, opatrzone pazurami, dziób z zębami takimi, jak u gadów, a prócz tego długi, prawdziwy ogon, łączącym gromadę ptaków z gadami, tak samo jak są znane kopalne formy, które, być może, stanowią przejście od gadów do ssawców.

Teoria wspólnego pochodzenia i rozwoju z jednego pnia całego świata zwierząt i tak samo świata roślinnego nazywa się „teoria descendency”. Jednym z uczonych, którym przedewszystkiem zawdzięcza ona swoje uzasadnienie, był znakomity przyrodnik angielski, Karol Darwin¹⁾; znany także jego teorię atolów (str. 62.).

123. Naturalnie w paleontologii niezależne można układać równie oczywiste drzewa genealogiczne, jak n. p. dla konia. Przyczyną tego jest ta okoliczność, że kopalny świat zwierzęcy i roślinny znany jest dotychczas tylko w bardzo małej części, a — trzeba dodać — nigdy nie będzie i nie może być poznany w całości. W skałach osadowych mogły się przechować resztki tylko takich organizmów, które mają trwałe szkielet lub skorupę i t. p.; całe mnóstwo zwierząt z ciałem wyłącznie miękkim nie mogło przejść w zwykłych warunkach w stan kopalny. Przytem wyłącznie mała część ziemi, będąca łądem, jest polem poszukiwań paleontologicznych, a i tutaj warstwy, które dostarczają skamieniałości, są dostępne badaczowi tylko w t. zw. odkrywkach lub też w kopalniach.

Mimo to każdy rok przynosi nowe i ważne zdobycze pod tym względem, dzięki którym paleontologia roślin (fytopaleontologia) i zwierząt (zoopaleontologia) nie tylko są niezbędnymi pomocnikami geologii, ale także stanowią bardzo ważne uzupełnienie zoologii i botaniki.

x

Doświadczenia i zadania.

1) Zwiedź wszystkie miejsca w okolicy, gdzie są dobrze odsłonięte rozmaite skały osadowe; dla każdej z tych „odkrywek” nakreśl dokładny „profil”, w którym ma być uwidocznione i następstwo warstw i ich bieg, tudzież nachylenie. Jako dokumenta pewnego rodzaju zestaw dla ważniejszych profilów *próbki warstw* i jak najwięcej *skamieniałości*, o ile znajdują się w danym miejscu. Idąc na wycieczkę tego rodzaju, musisz się zaopatrzyć w *młotek geologiczny*, kształtu jak na ryc. 156., z wybornej stali i z długą rączką, dalej w torbę z papierem do owijania okazów i z pudełkiem wypełnionem watą na okazy delikatniejsze, i wreszcie w notatnik z ołówkiem. Każdy okaz powinien być starannie owinięty papierem i opatrzony kartką z miejscowością i bliższem określeniem warstwy, z której pochodzi. Próbkom skał daje się zazwyczaj kształt prostokąta, długiego około 12 cm, szerokiego około 8 cm.

Okazy należy trzymać w porządku, w pudełkach odpowiedniej wielkości i nie jedne na drugich, bo w ten sposób łatwo mogłyby się uszkodzić. Przy

¹⁾ Darwin, urodzony r. 1809., po skończeniu medycyny i odbyciu podróży naokoło świata na okręcie Beagle, oddał się wyłącznie badaniom przyrodniczym. Genialnem swoim dziełem „O pochodzeniu gatunków” nie tylko położył podwaliny pod późniejszy rozwój nauk biologicznych, ale wywarł niemiły wpływ także na inne dziedziny myśli i badań człowieka. Umarł w r. 1882. i jak współczesny mu Lyell, który był gorącym zwolennikiem poglądów Darwina, został pochowany w opactwie Westminsterskiem.

każdym ma być kartka z miejscowością dokładnie podaną i z wskazaną warstwą, która dostarczyła okazu. Zbiór taki może mieć nieraz prawdziwą wartość naukową nawet dla tych, którzy badają przyrodę kraju umiejętnie.

A pamiętaj, że znać ziemię ojczystą jest obowiązkiem, poznać zaś przyrodę miejsca, w którym żyjesz, jest koniecznością. Kto przyczynia się do poznania przyrody kraju, o ile stać go na to, ten spłaca niemały dług moralny, który zaciągnął, korzystając z tego, co zdobycze nauk przyrodniczych dały dotychczas ludzkości.

2) Spróbuj w domu na podstawie znalezionych skamieniałości *oznaczyć wiek* — przynajmniej w przybliżeniu — skał, z których pochodzą. Do dokładniejszego i pewnego oznaczenia trzeba użyć specjalnych dzieł i książek (por. Dodatek, str. 159.).

3) Na *mapie*, obejmującej okolicę twego miejsca zamieszkania, zaznacz różnokolorowymi kredkami rozmaite pokłady tam, gdzie one na powierzchni występują. Przytem trzeba przedewszystkiem wyróżniać nie tyle własności petrograficzne, ile wiek geologiczny pokładów i nieraz przyjdzie zaznaczyć tym samym kolorem i piaskowce i jakieś łupki ilowe lub margle, jeżeli są geologicznie równoczesne.

4) Zbadaj, o ile w okolicy miejsca, gdzie przebywasz, rozmaite pokłady i skały różnią się wytrzymałością na niszczące działanie wpływów atmosferycznych. Staraj się wykazać, czy to pozostaje w pewnym związku z *rzeźbą powierzchni ziemi* w danej miejscowości.

Co to jest mapa geologiczna?

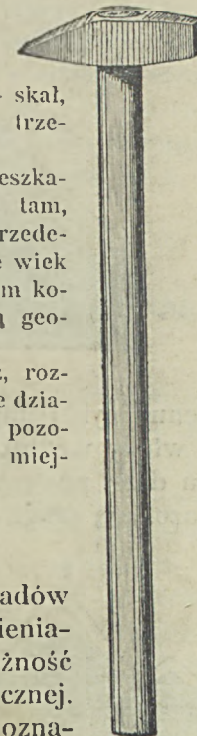
124. Poznanie dokładne wszystkich skał i pokładów w jakiejś okolicy i określenie na podstawie skamieniałości — o ile to wykonalne — ich wieku daje możliwość sporządzenia dla danego miejsca t. zw. mapy geologicznej. Jest to karta, na której oprócz gór, rzek, miast i t. p. oznacza się kolorami odmiennymi pokłady wieku rozmaitego, skały wybuchowe i t. p.

Jeden rzut oka na taką mapę pozwala ocenić, jakie utwory geologiczne znajdują się w danym miejscu; ale prócz tego już z samej mapy geologicznej można zwykle poznać, jak w ogólnym zarysie są ułożone te utwory, czyli jaką jest ich tektonika, co szczegółowo objaśniają t. zw. profile.

Jeżeli bowiem rozmaite pokłady leżą gdzieś zupełnie poziomo, jak to widzimy u nas n. p. na Podolu (płyta podolska), to starsze z nich mogą być widoczne tylko wzdłuż dolin rzecznych i to tem dawniejsze, im dalej posuwamy się w dół z biegiem rzeki, czyli im głębiej wcina się jej koryto (por. ryc. 157.).

Inaczej w górach łańcuchowych. Na załączonej mapie widzimy w Karpatach długie smugi zielone i żółte, które ciągną się zupełnie

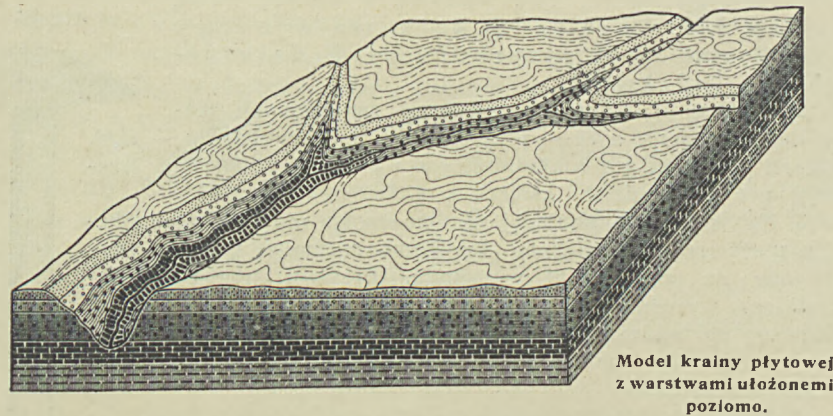
Ryc. 156.



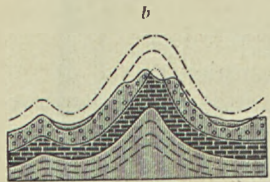
Młotek geologiczny.

niezależnie od kierunku dolin rzecznych. Odpowiadają one siodłom i łękom, z których się składają te góry. Siodła fałdów skorupy ziemi, tworzących pasmo górskie, ulegają z czasem na swoich grzbietach

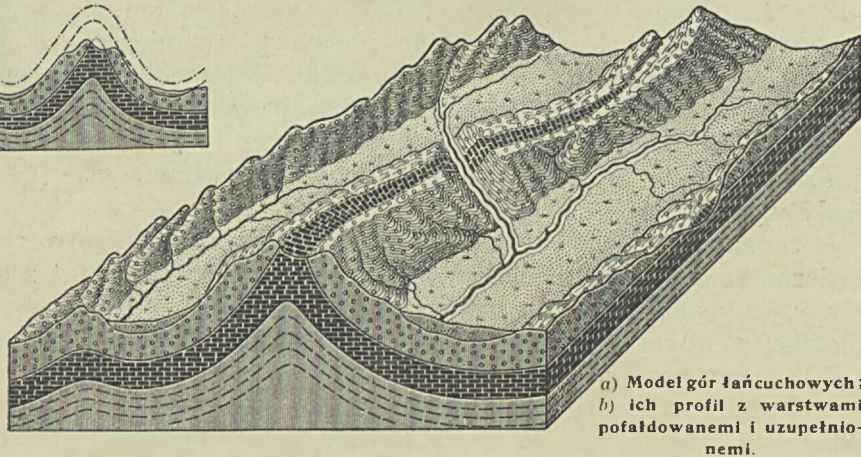
Ryc. 157.



denudacji i mniej lub bardziej daleko posuniętemu zniszczeniu, a wtedy wzdłuż ich szczytów odsłaniają się pokłady coraz starsze, im dalej postępuje ten proces. Równocześnie jednak młodsze warstwy pozostają długimi pasmami w łękach fałdów, mniej tam narażone



Ryc. 158.



na zniszczenie przez wpływy atmosferyczne i inne czynniki denudacyjne. Tworzy to na mapie obraz naprzemianległych smug różnobarwnych, a starsze utwory odpowiadają w takim razie zawsze siodłom, młodsze łękom między nimi (por. ryc. 158.).

Wiemy jednak, że góry łańcuchowe ulegają z czasem daleko posuniętemu zmianom. Skorupa ziemna bowiem może w takim miejscu ulegać nowym ruchom rozmaitego rodzaju, czemu towarzyszą często rozległe pęknięcia. W ten sposób i za współdziałaniem niszczących czynników denudacyjnych góry łańcuchowe przeobrażają się z wolna w góry masowe, przyczem morza mogą je to zalewać, to odsłaniać — w całości lub częściowo. W takim razie warstwy rozmaicie dyslokowane tworzą nieraz wyniosłości ledwie słabo zaznaczone na powierzchni, odsłaniając się zwykle w płatach mniej lub też więcej nieregularnych tak co do kształtu, jak i co do rozmieszczenia, zależnie od tektoniki i od tego, jak głęboko postąpiła w danym miejscu erozja i denudacja. W Polsce widzimy to n. p. w Krakowskim.

Pogląd na budowę geologiczną Galicji i innych dzielnic Polski.

[Do tego mapka geologiczna¹⁾.]

125. Jak od razu poucza mapa załączona, Galicja nie przedstawia pod względem geologicznym całości w sobie zamkniętej. Krakowskie należy do większej krainy, zwanej wyżyną Śląsko-małopolską, która odznacza się bardzo urozmaiconą budową geologiczną, a obejmuje jeszcze część Śląska i południowo-zachodnią część Królestwa aż po Sandomierz (wyżyna Śląsko-krakowska razem z „śląskiem zagłębiem węglowem“ i wyżyna Środkowo-polska z górami Kielecko-sandomierskimi). Wschodnia Galicja na płn. od Karpat jest częścią olbrzymiej płyty czarnomorskiej, utworzonej przez granity, gnejsy i t. p., na których rozmaite skały osadowe spoczęły zupełnie poziomo (wyżyna Lubelska, przechodząca w t. zw. Roztocze Tomaszowsko-lwowskie, wyżyna Podolska, Wołyń z kotliną Nadbużańską, wreszcie Ukraina i t. d.). Wielki niż Polski weisnął się do Galicji między wyżyną Kielecko-sandomierską i Lubelską, tworząc w widłach Wisły i Sanu nizinę Sandomierską, a od południa spiętrzyły się Karpaty, które należą do Galicji tylko swymi północnymi stokami, są zaś oddzielone od Podola na wschodzie Pokuciem, krainą, która powstała skutkiem zapadnięcia się wzdłuż Karpat Galicji wschodniej starszych pokładów skorupy ziemskiej.

¹⁾ Starsze pokłady geologiczne są na powierzchni ziemi w przeważnej części przykryte przez warstwy dyluwialne i aluwia. Mapa geologiczna, która zupełnie nie uwzględnia pokrywy dyluwialnej, nazywa się „odkrytą“, taka, na której zostały one zaznaczone tylko tam, gdzie są szczególnie dobrze rozwinięte, nosi nazwę „półodkrytej“. Właśnie tego rodzaju karta półodkryta jest załączona do tej książeczki.

Nasza literatura geologiczna rozpoczyna się w drugim dziesiątku lat XIX. w. dziełem „O ziemiordztwie Karpatów i innych gór i równin Polski, Warszawa, 1816.“ i mapą „Carta geologica totius Poloniae, Moldaviae, Transsilvaniae et partis Hungariae et Valachiae“. Autorem ich jest X. Stanisław Staszic¹⁾, znakomity obywatel, mąż stanu i działacz społeczny; wspomnianą, pierwszą geologię

Ryc 159.



X. Stanisław Staszic.

da się na całkowity obraz budowy geologicznej kraju.

W Galicyi można wyróżnić kilka oddzielnych obszarów geologicznych, mianowicie: 1) okolicę Krakowa, 2) nizinę Sandomierską,

¹⁾ X. Stanisław Staszic, wybitny pisarz polityczny i mąż stanu, jeden z pierwszych i najgorliwszych obrońców sprawy uwłaszczenia ludu, był zarazem wielkim i uczonym miłośnikiem geologii. Pierwszy u nas oceniał należycie znaczenie jej dla rozwoju kraju. Stojąc na czele Wydziału górnictwa w Królestwie kongresowem, położył ogromne zasługi dla rozwoju tej gałęzi przemysłu. Szczęśliwą miał też rękę, sprowadzając Puscha do Polski. Umarł w r. 1826. Staszic może być nazwany „ojcem geologii polskiej“.

3) płaskowyż Podolski z grzbietem Lwowsko-tomaszowskim, 4) kotlinę Bugu, 5) Beskidy czyli Karpaty fliszowe, 6) Tatry i 7) solonośny pas podkarpacki.

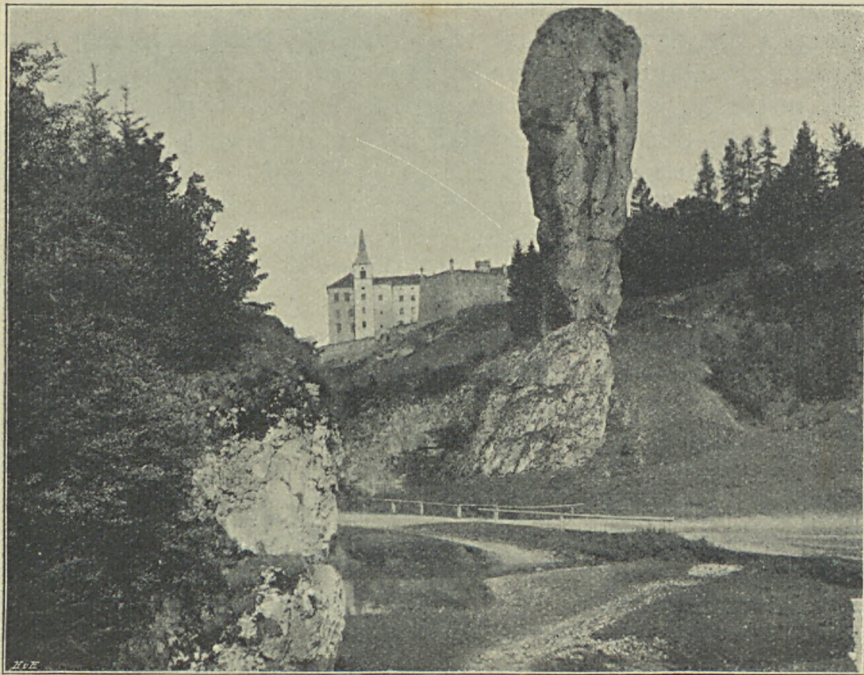
126. Obszarem Galicyi geologicznie najbardziej urozmaiconym jest *Krakowskie* na płn. od Wisły. Jest to częśćka rozległej wyżyny Śląsko-krakowskiej, która ciągnie się od Odry na wsch., rozdzielona tam doliną Nidy od wyżyny Kielecko-sandomierskiej.

Morskie wapienie i dolomity dewońskie koło Dębника — na płn. od Krzeszowic — w Galicyi i w paru jeszcze punktach w Królestwie (n. p. koło Siewierza) — stanowią tu najstarsze odsłonięte warstwy, na których leżą wapienie dolno-węglowe, widoczne wzdłuż wszystkich większych potoków, uchodzących od płn. do Rudawy między Czerną i Dubiem. „Produktywne pokłady“, złożone z łupków iłowych, piaskowców i pokładów węgla kamiennego, wraz z słabo rozwiniętym kulem u spodu (iłowe łupki miękińskie i t. d.), spoczęły na węglowym wapieniu, tworząc część wielkiego „zagłębia węglowego śląsko-krakowskiego“. Tylko nieduża część jego, z kopalniami w okolicy Jaworzna, Sierszy i Tenczynka, leży w obrębie Galicyi; reszta należy do Śląska Górnego, gdzie się znajduje cały szereg ogromnych kopalń w okolicy Bytomia, Mysłowic i Katowic, do Śląska Cieszyńskiego i do Królestwa z kopalniami koło Dąbrowy Górniczej i Sosnowca. Na produktywnych warstwach węglowych widzimy w Krakowskim w bardzo wielu miejscach permskie pstre piaskowce i iły (Kwaczała, Karniowice i t. d.) koło Chrzanowa i Krzeszowic, obok których znajduje się jeszcze w okolicy Karniowic permska martwica wapienna, zwana wapieniem karniowickim. Utwory produktywne i warstwy permskie odpowiadają tu przerwie w tworzeniu się osadów morskich; dopiero z dolnym tryasem okolica Krakowa została znowu zalana przez morze. Na peryod węglowy i permski przypada w Krakowskim dobyte się skały wybuchowych, mianowicie porfirów Miękińki, Zalasau i t. d. i melafirów Tenczynka (Rudno) i Alwernii (por. ryc. 40.).

Warstwy tryasowe rozpoczynają się zlepieńcami i t. zw. tufami, ze spoczywającym na nich pokładem jasnych margli dolomitycznych, zawierających *Myophoria costata* (ryc. 138. c); wszystkie te utwory należą do seryi pstrego piaskowca. Dopiero na nich leżą wapienie i dolomity kruszcowe (galman, galenit, limonit), należące do seryi wapienia muszlowego, a wreszcie bardzo słabo rozwinięty kajper z węglem brunatnym w okolicy Zawiercia. Tryasowe warstwy kruszcowe są tu, obok węgla kamiennego, główną podstawą wielkiego przemysłu górniczego (kopalnie galmanu, galeny tudzież limonitu znajdują się w Galicyi koło Chrzanowa i Krzeszowic, w Królestwie w okolicy Olkusza i Sławkowa, na Śląsku Górnym koło Tarnowic i Bytomia). Po osadzeniu się tryasu morze jednak ustąpiło stąd i tworzyły się

tylko słodkowodne iły ogniotrwałe Grojca, Poręby i t. d., tak że dopiero z średnią jurą poczynają się osadzać znowu warstwy morskie. Utwory średnio-jurajskie przedstawiają się w postaci przeważnie żółtawych, żelazistych piaskowców, margli i wapieni, często przepęcznionych znakomicie zachowanymi skamieniałościami. W iłach brunatno-jurajskich okolicy Częstochowy znajdują się sferysyderyty górniczo eksploatowane. Także wapień górno-jurajskie obfitują w skamieniałości [Wawel, Krzemionki, Skała Kmity, Ojców i sąsiednia Pieskowa

Ryc. 160.



Maczuga Herkulesa (wapień jurajski) w Pieskowej Skale koło Ojcowa. Według fotografii z natury.

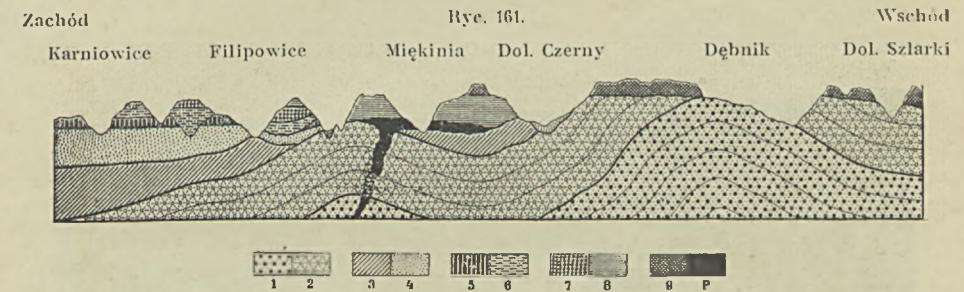
Skała (ryc. 160.), Olsztyn, dalej Jasna Góra]; tworzą one pasmo małowniczych wzgórz, ciągnące się od Krakowa przez Olsztyn i Jasną Górę na północ (jurajskie pasmo Krakowsko-wieluńskie). Górno-kredowe margle senońskie, zwane opoką, ze znajdującymi się gdzieś pod nimi piaskowcami, zlepieńcami i t. p. cenomańskimi zamykają grupę mezozoiczną.

W okresie paleozoicznym i później, a nawet z początkiem trzeciorzędu okolica Krakowa ulegała fałdowaniu i t. p., skutkiem czego powstały potężne pęknięcia, wzdłuż których dożyły się masy wybuchowe (porfiry i melafiry), lub zapadły się w głąb pewne części skorupy.

To też morze miocenne zastało w Krakowskim powierzchnię bardzo nierówną i załało miejsca tylko niżej położone, tak, że osady jego, przeważnie w postaci szarych iłów, znajdujemy tu dzisiaj tylko po większych kotlinach i zakłębieniach. Skoro zaś z kolei i to morze ustąpiło, nastął okres lądowy, który trwa aż do dzisiejszej doby; w nim podczas dyluwium powstały jeszcze rozmaite utwory lodowcowe (iły lodowcowe, głazy erratyczne i t. d.), piaski, tudzież less, znana skała pochodzenia eolicznego.

127. Wyżynę Śląsko-krakowską dzieli dolina Nidy od wyżyny Kielecko-sandomierskiej.

Ta ostatnia to wybitne góry szczątkowe (masowe), wypiętrzone już w erze paleozoicznej, później jeszcze nieraz podlegające ruchom litosfery, ale prócz tego w całym szeregu następnym peryo-



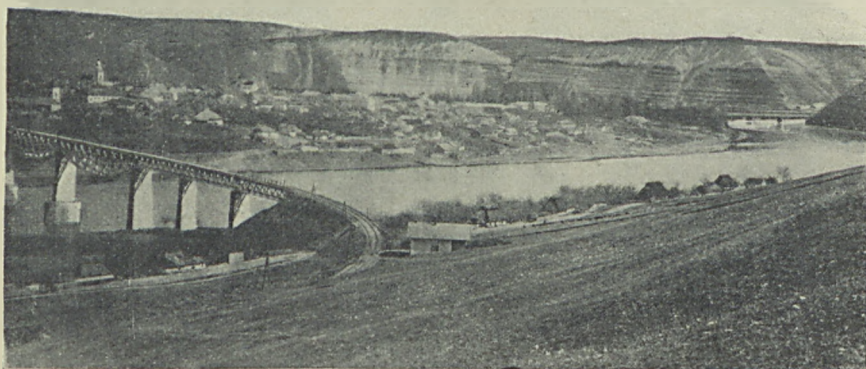
Przekrój geologiczny (profil) w okolicy Krakowa. Według prof. Zaręcznego.

1 — syst. dewoński; 2 — wapień węglowy; 3 — warstwy węglowe produktywne; 4 — piaskowce karniowieckie; 5 — wapień karniowiecki (4, 5 — syst. permski); 6 — zlepieńce; 7 — tufy; 8 — wapień i dolomity (6, 7 i 8 — syst. tryasowy); 9 — syst. jurajski; P — porfir miękiński.

dów geologicznych przedewszystkiem niszczone przez czynniki erozyjne i denudacyjne. Trzon ich stanowią dzisiaj rozmaite i wielokrotnie pocięte fałdy pokładów paleozoicznych. Najstarsze z nich, to warstwy kambryjskie, występujące przedewszystkiem w t.zw. górach Pieprzowych koło Sandomierza; na nich spoczęły pokłady sylurskie i dewońskie, znane z wielu miejsc między Sandomierzem i Kielcami. Utworów węglowych niema tu zupełnie; perm (cechsztyn) znany tylko z jednego punktu (Kajetanów na pñ. od Kielc). Trzon paleozoiczny prawie zewsząd otaczają szerokim pasem słabo sfałdowane warstwy tryasowe i jurajskie. Obszar ten stanowi obok wyżyny Śląsko-krakowskiej jedyną jeszcze w Polsce dziedzinę bogatą w złoża rozmaitych kruszców. Obok występujących w sylurze i dewonie kruszców miedzi i ołowiu, których dobywanie zarzucono prawie zupełnie, znajdują się tam wśród pokładów tryasowych i jurajskich w ziemi Kieleckiej i Radomskiej bogate złoża limonitu i syderytów ilastych, będące podstawą rozwiniętego w tych okolicach przemysłu żelaznego.

128. Zupełnie inaczej przedstawia się co do swej budowy *wyżyna Podolska*. Tworzy ona znaczną część wschodniej Galicji, opadając ku płn. stromym brzegiem w kotlinę Bugu, ku płd. obniżając się nagle w zapadłość pokucką. Utwory geologiczne, które widzimy na niej, leżą prawie poziomo (ryc. 162. i 163.); dało to powód nazwie „podolskiej płyty“, która wraz z wyżyną Lubelską, płytą wołyńską i ukraińską jest częścią wielkiej t. zw. płyty czarnomorskiej. Wszędzie leżą tu u spodu masy gnejsów i granitów, które jednak odsłaniają się z pod młodszych utworów dopiero we wschodniej części Podola, Wołynia i na Ukrainie (porohy dniewprowe). Miejsce występowania granitów, wysunięte najdalej na zach., widzimy nad rzeką Słuczą na Wołyniu.

Ryc. 162



Jar Dniestru w Zaleszczykach. Według fotografii z natury (por. ryc. 98.).

Najstarsze warstwy, odsłonięte na Podolu galicyjskim, należą do górnego syluru i pokazują się w jarach rzek południowo-wschodniej części płaskowyżu, mniej więcej od doliny Seretu na wschód i Dniestrem w dół od Uścieczka. Dalej ku wsch., na Podolu rosyjskim w okolicy Mohylowa, widać jeszcze dawniejszy utwór w postaci szaro-fioletowych piaskowców i ilowych łupków z fosforytami, podczas gdy na zach. od Seretu sylur zapada pod młodsze warstwy dolno-dewońskie. Są to bardzo charakterystyczne piaskowce czerwone i zielonawe, które zawierają niekiedy szczątki ryb pancernych, a są znane pod nazwą kamienia trembowelskiego. Prócz tego średni dewon w postaci ciemnych dolomitów z koralami występuje w niewielkich partyach w okolicy Monasterzysk (Zawadówka i t. d.). Na tem kończy się na Podolu grupa utworów paleozoicznych, gdyż po ich

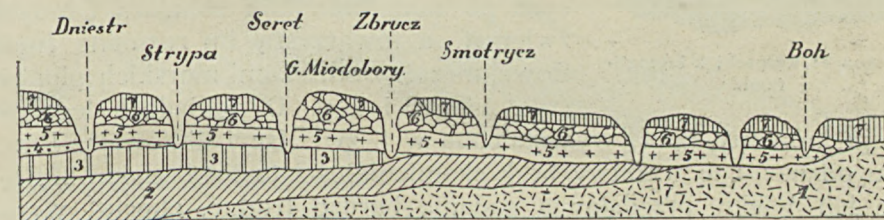
osadzeniu się nastąpił okres kontynentalny, który panował tu przez cały czas peryodu węglowego, permskiego, tryasowego i znaczną część jurajskiego (por. ryc. 163.).

Dopiero w epoce górno-jurajskiej morze pokrywa znowu południową część Podola, ale po rychłym ustąpieniu jego, a przed wtargnięciem morza kredowego (wielka transgresja kredowa), osady jurajskie uległy także z małymi wyjątkami czynnikom denudacyjnym tak, że dzisiaj znajdujemy je pod nazwą wapienia niżniowskiego tylko koło Niżniowa na znaczniejszej przestrzeni. Zalew morza górno-kredowego, który objął całą Polskę, zostawił także i na Podolu gruby osad utworów kredowych. Gdzie się on odsłania w całości na starszych warstwach, tam widzimy u jego spodu albo zielonawe piaskowce, albo zlepieńce i margle z fosforytami wieku cenomańskiego. Nad nimi dopiero rozwija się biała kreda z ciemnymi krze-

Zachód.

Ryc. 163.

Wschód



Przekrój przez Podole od Dniestru w kierunku półn. wschodnim. Według prof. J. Siemiradzkiego: 1 — granit; 2 — syst. sylurski; 3 — syst. dewoński; 4 — syst. jurajski; 5 — syst. kredowy; 6 — syst. trzeciorzędowy (miocen); 7 — syst. czwartorzędowy (dyluwium).

mieniami, należąca do turonu, a wyżej senońska opoka, utworzona przez jasne, nieraz wprost białe margle. W całej zachodniej części Podola, prócz tego na grzbiecie Lwowsko-tomaszowskim, który dzieli kotlinę Bugu od niziny Sandomierskiej, w okolicy Lwowa i t. d. opoka tworzy najstarsze odsłonięte warstwy. Na niej spoczywa bezpośrednio miocen.

Z warstw paleogeńskich tylko na Roztoczu Lwowsko-tomaszowskim znaleziono słabo rozwinięty oligocen. Zato utwory miocenne (miocen górny) są na całym Podolu znakomicie wykształcone. Przedstawiają się w postaci jasnych piaskowców, piasków (Góra piaskowa we Lwowie), gipsów, wapieni litotamniowych, i t. p. i odznaczają się częstokroć bogactwem w skamieniałości nieraz przepysznie zachowane, n. p. miocenne piaski Hołubicy, Podhorzec i t. d. Gdzieniegdzie, n. p. koło Złoczowa i na wschodnim brzegu Roztocza, które jest zbudowane z utworów takich, jak cała zachodnia część podolskiego płaskowyżu, widzimy w warstwach miocennych ility

ogniotrwałe i pokłady lichego węgla brunatnego (Trościaniec, Glińsko i t. d.). Trzeciorzęd wyżyny podolskiej i grzbietu Lwowsko-tomaszowskiego pokrywa z wierzchu dyluwium w postaci rozmaitych iłów i glin, między którymi i less odgrywa wybitną rolę.

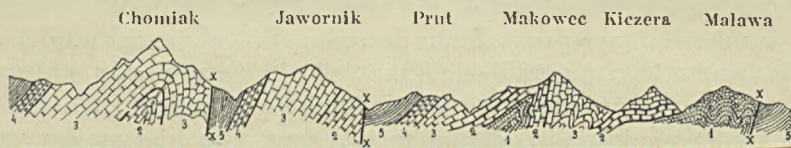
Ryc. 164.



Piaskowiec karpacki z hieroglifami.

129. Wzdłuż południowej granicy ciągnie się wreszcie szerokim pasem trzeci obszar geologiczny, t. j. *Beskidy*, który posiada znowu odrębny charakter, dzięki temu, że wszystkie warstwy spiętrzyły się tam w szeregu równoległych fałdów (ryc. 165.), tworząc góry pasmowe. Ale i pod tym względem litologicznym skały, z których zbudowana ta część Karpat, mają charakter szczególny. Są to przeważnie piaskowce, często na powierzchni z t. zw. hieroglifami (ryc. 164.), przedstawiającymi ślady pełzających po mulach morskich robaków i innych zwierząt, a towarzyszą im rozmaite łupki iłowe, margle z odciskami morskich glonów (ryc. 148. a) i t. p. O pokładach tego rodzaju mówimy, że są wykształcone w t. zw. „facyi fliszowej“. Przytem odznacza te warstwy brak skamieniałości, to też i ściśle określenie ich wieku przedstawia zadanie bardzo trudne, chociaż wyróżniono wśród nich cały szereg poszczególnych utworów, jak warstwy cieszyńskie, ropianieckie czyli inoceramowe, piaskowiec bryłowy, czyli jamneński (por. § 46.), łupki menilitowe, piaskowiec ciężkowi-

Ryc. 165.



Jabłonica Tatarów Mikuliczyn Dora

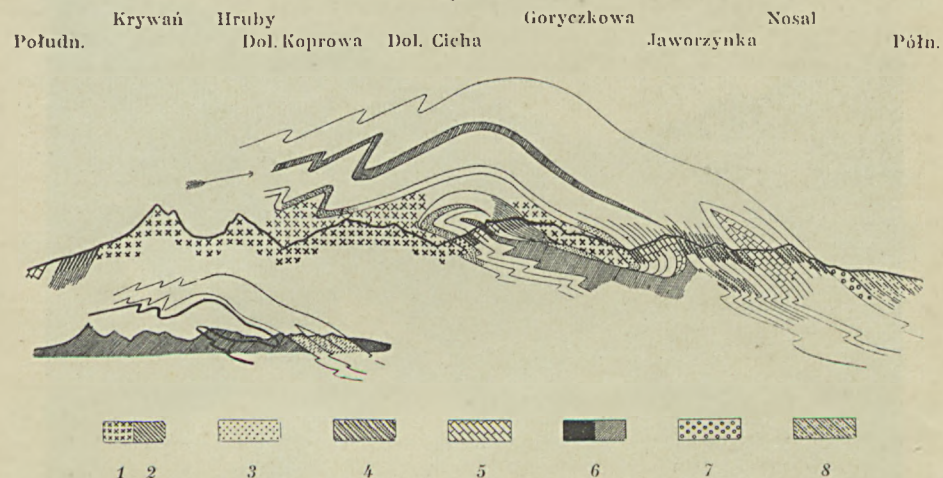
Przekrój w Karpatach Galicyi wschodniej. Według prof. Zubera.

1, 2, 3 — (warstwy ropianieckie, płytowe i piaskowiec jamneński) przedstawiają utwory kredowe; 4 — warstwy eoceniczne; 5 — oligoceńskie piaskowce i łupki menilitowe.

cki, magórski i t. d. W każdym razie wiadomo, że dolne warstwy fliszu karpackiego są kredowe (piaskowiec bryłowy, warstwy inoceramowe i warstwy cieszyńskie) i że na nich spoczyły utwory paleogeńskie, po części należące do eocenu (czerwone iły i t. d.), w części oligoceńskie (n. p. bardzo charakterystyczne t. zw. łupki menilitowe, z wtrąconymi warstwami rogowców i menilitów i z nierząd-

kiemi resztkami ryb). Utwory te spiętrzyły się w fałdach zwykle przechylonych na zewnątrz łuku karpackiego, skutkiem czego widzi się tu najczęściej warstwy z nachyleniem południowym w zachodniej Galicyi, coraz bardziej południowo-zachodniem ku wschodowi; fałdom towarzyszą nieraz uskoki i nasunięcia warstw. Nafta znajduje się w Karpatach w bardzo wielu miejscach i to w kilku poziomach. Pas „skal karpackich“, które ciągną się łukiem z Węgier, przez Nowy Targ, nad górnym Dunajcem, ku Popradowi i tworzą malownicze Pieniny, wyróżnia się wybitnie wśród monotonnego obszaru fliszowego.

Ryc. 166.



Budowa płaszczowinowa Tatr. 1 — granit; 2 — gnejs; 3 — perm; 4 — syst. tryasowy; 5 — jura; 6 — syst. kredowy; 7 — eocen tatrzański; 8 — utwory paleogeńskiego fliszu Podhala. To, co jest ponad dzisiejszym konturem gór, uległo zniszczeniu, tak samo część profilu w głębi, pod powierzchnią, jest tylko domniemana. W obu tych partyach poszczególne systemy mają znaki nieco odmienne, niż tam, gdzie profil oparty jest na bezpośredniej obserwacji (n. p. system kredowy, 6).

Tatry (ryc. 166. i 167.) ze swymi granitami i szeregiem utworów, które obejmują wszystkie systemy, od permu włącznie po kredę, względnie eocen, stanowią wśród pasu karpackiego osobne gniazdo górskie. Na wschód od Tatr aż po Bukowinę niema zupełnie utworów analogicznych; w ich miejscu widzimy potężne masy wybuchowe trachitów, które tworzą okolicę Szczawnicy Bańskiej i Kremnicy, góry Hedzialia, Wihorlat i t. d. Tatry są klasycznym przykładem gór o budowie płaszczowinowej. Utwory osadowe, które tworzą regle północnych stoków tatrzańskich, należą do wielkiej płaszczowiny, która przesunęła się z południa ponad granitami i skałami osadowymi wierzchów tatrzańskich, krócej, ponad „utworami wysokotatrzańskimi“. Granity Goryczkowej są tylko jakby odgałęzieniem pod-

stawy wysokotalrzańskiej, które nakształt siodła zupełnie przewalonego zostało przygniecione i przeciągnięte przez płaszczyznę reglową. Oczywiście pływają one niejako na osadach systemu kredowego i innych, czyli nie mają w głębi korzenia; por. ryc. 166. Na tym profilu jest także uwidocznione, jakie systemy geologiczne biorą udział w budowie Tatr.

Ryc. 167.

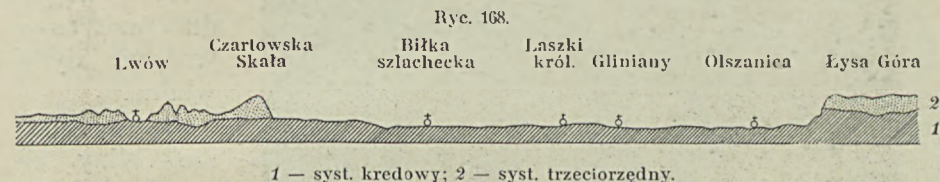


Morskie Oko w Tatrach. Według fotografii z natury.

130. Równoległe do północnego brzegu Karpat galicyjskich rozwija się *pas miocenu podkarpackiego*, w dolnej części zwanego solnym od pokładów gipsu i soli kamiennej na przemian z szarymi iłami; ku górze występują w nim obok iłów dobrze rozwinięte, sypkie piaskowce i miejscami węgiel brunatny. Warstwy te zostały w znacznej części sfałdowane, ulegając siłom orogenicznym podczas ostatecznego spiętrzenia się Karpat, już po osadzeniu się tego utworu. W ich dolnej części znajdujemy prócz zwykłej soli kamiennej i cennych kałuskich soli potasowych (Wieliczka, Bochnia, Dobromil, Ste-

bnik, Kałusz, Kossów i t. d.) jeszcze naftę i ozokeryt (Borysław, Dźwiniacz), tudzież siarkę (Swozowice, Truskawiec), w Truskawcu z galenitem i sfalerytem. Węgiel brunatny z warstw tych ponad poziomem solnym znany jest z kilku punktów u stóp Karpat (Grudna Dolna na płd. od Dębicy, Myszyn i Dżurów koło Kołomyi i t. p.).

Całą środkową część Galicyi aż po Karpaty i północno-wschodnią, będącą dorzeczem Bugu i Styru, na płn. od płaskowyżu podolskiego, tworzy kraina stosunkowo niska, rozdzielona na dwie części przez grzbiet Lwowsko-tomaszowski. Część zachodnia nosi nazwę *niziny Sandomierskiej* i jest pokryta przeważnie przez dyluwium — z wyjątkiem lessu — w znacznej części lodowcowe, a zarzucona głazami erratycznymi; warstwy miocenne odsłaniają się tutaj tylko tu i ówdzie z pod grubej pokrywy glin i t. d., chociaż znajdują się wszędzie. Część wschodnia nosi nazwę *kotliny Nadbużańskiej*;



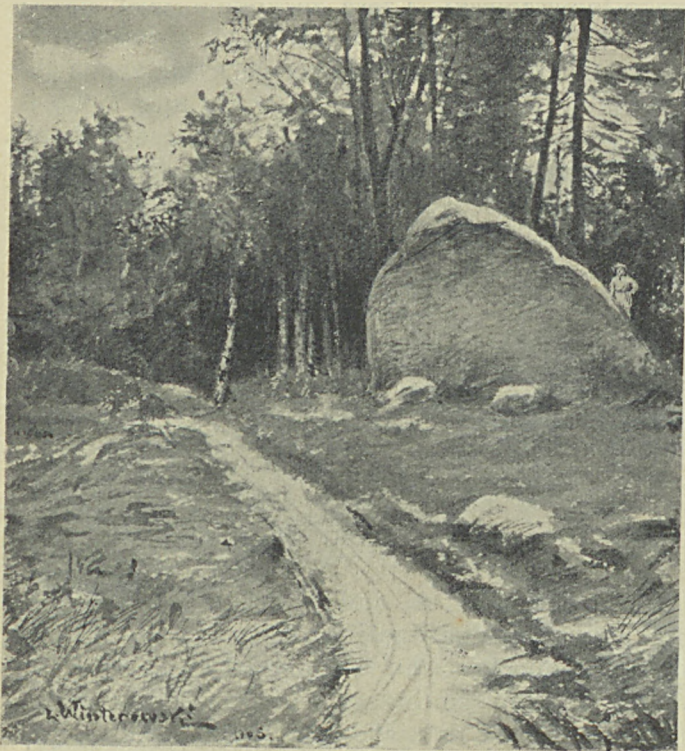
Przekrój przez południowo-zachodnią część kotliny Nadbużańskiej między grzbietem Lwowsko-tomaszowskim i północną krawędzią wyżyny Podolskiej (Łysa Góra).

utwory miocenne uległy w niej podczas dyluwium denudacyi w tym stopniu, że dyluwialne gliny i piaski spoczywają tu wprost na kredzie (ryc. 168.).

131. Nizina Sandomierska łączy się doliną Wisły z wielkim *nizem Polskim*. Obejmuje on znaczną część Królestwa i Poznańskie, gdzie się łączy z niziną Niemiecką, a ku wschodowi sięga przez Polesie (dorzecze Prypeci) do prawego brzegu Dniepru. Powierzchnię tworzy tu wszędzie gruby pokład dyluwialnych glin, piasków i t. p., przeważnie pochodzenia lodowcowego (denna morena potężnych lodowców dyluwialnych), z bardzo licznymi głazami erratycznymi, których w Królestwie używają powszechnie jako materiału na bruk i t. p. (kraglaki bruku warszawskiego). Pod dyluwium znajdują się bardzo młode warstwy trzeciorzędne, będące osadem wielkich jeziorzysk i z pokładami węgla brunatnego; petrograficznie są to pstry iły i t. zw. warstwy lignitowe. Na Kujawach i w Wielkopolsce węgle brunatne, należące tutaj, są w wielu miejscach eksploatowane. Warstwy te spoczywają na zielonych piaskach wieku paleogeńskiego (oligocen). Starsze utwory — kredowe i jurajskie — występują tylko gdzieniegdzie małymi wyspami (por. ryc. 56.).

Podobnie przedstawia się *Litwa*, *Żmudź* i całe *Pojezierze pomorsko-pruskie* które zamyka od północy wielki niż Polski. Tylko dyluwialne pokłady lodowcowe są tu jeszcze bardziej rozwinięte, a głazy erratyczne dochodzą niekiedy olbrzymiej wielkości (Kamień Filaretów, ryc. 169.). Znane zielone piaski bursztynowe Pojezierza są mniej więcej dalszym ciągiem oligoceńskich piasków zielonych niżu

Ryc. 169.



Kamień Filaretów (wielki głaz narzutowy) w Tuchanowiczach. Według fotografii z natury.

Podziemia Ławry Peczerskiej. Granity, gnejsy i t. p. przedstawiają najstarsze utwory na *Ukrainie*, tworząc z spoczywającymi na nich zupełnie poziomo skałami osadowymi t. zw. granitową płytę ukraińską. Skały wybuchowe takie, jak labradoryt, dioryt i t. p., są tu niezrzedkimi zjawiskami, a na szczególną uwagę zasługują duże i pospolite złoża kaolinu, grafitu i kruszców żelaza, te ostatnie przede wszystkim w południowej części płyty, na dawnych Dzikich Polach (Krzywy Róg nad Ingulcem, ważne ognisko przemysłu żelaznego).

Polskiego i ciągną się ku płd. wsch. aż po Kijów i dalej, przykryte przez utwory młodotrzeciorzędne i dyluwium lodowcowe, względnie przez same warstwy dyluwialne.

Jeszcze starsze „gliny kijowskie“, które nad Dnieprem, w okolicy Kijowa, występują pod piaskami zielonymi, są wieku górno-eoceńskiego. Odznaczają się wielką nieprzepuszczalnością dla wody i w nichto wyrobiono słynne

Wschodnia część *Wołynia* stanowi przejście do Ukrainy, podczas gdy zachodnia okazuje stosunki podobne, jak na wyżynie Lubelskiej. Występują tu przede wszystkim utwory górno-kredowe i trzeciorzędne (miocen i oligoceńskie piaski zielone), starsze zaś systemy odsłaniają się tylko w dwóch miejscach: na zach. od Dubna widzimy wyspę wapieni i piaskowców dewońskich, a koło Sławuty i Zaslavia fioletowe łupki iłowe, takie, jak na Podolu koło Mohylowa.

Doświadczenia i zadania.

Dodatek. W wycieczkach geologicznych w kraju mogą Ci oddać wielkie usługi mapy *Atlasu geologicznego Galicji*. Wydaje go Akademia Umiejętności w Krakowie zeszytami; w skład każdego zeszytu wchodzi pewna ilość kart i tekst objaśniający, który jest jakby przewodnikiem po obszarze objętym mapami. Niejedną informację można także znaleźć w pracy: *Szkic geologiczny Królestwa polskiego i krajów przyległych* [Z mapą geologiczną (Pamiętnik Fizyograficzny. T. XI). Napisał Dr. Józef Siemiradzki i prof. Dr. E. Dunikowski. Warszawa 1891.], tudzież w dziele: *Geologia ziem polskich* [T. I. i II. opracował prof. Dr. Józef Siemiradzki. Lwów 1903–1909; wydawnictwo Muzeum im. Dzieduszyckich]. Do wycieczek w okolicy Krakowa nadaje się jeszcze broszura: *Szkic geologiczny okolicy Krakowa* [Z mapką geologiczną. Napisał T. d. Wiśniowski. Lwów 1900. Nakładem polskiego Towarzystwa przyrodników im. Kopernika]. O Tatrach mówi książeczka: *Z przyrody Tatr* [Napisał W. Kuźniar. Kraków—Warszawa (1910)].

Prócz tego przy bliższem rozpatrywaniu swoich zbiorów mineralogicznych i geologicznych i wogóle jako środka pomocniczego, który uzupełni wiadomości podane w tej szczupłej książeczce, możesz użyć następujących dzieł i książek.

Mineralogia. G. Tschermak, tłum. J. Morozewicz: *Podręcznik mineralogii*. Warszawa 1900. (Bibl. przyr. Wszechświata). — Z. Weyberg: *Wiadomości początkowe z krytalografii*. Warszawa 1901. — G. Gürich: *Das Mineralreich*. Neudamm. (Wydawnictwo „Hausschatz des Wissens“). W książce tej wiele wiadomości z zakresu technologii mineralnej i t. p.)

Geologia. F. Löw, tłum. Z. Weyberg: *Zarys nauki o skałach dla turystów i samouków*. Warszawa 1901. (Dod. do Wszechświata). — W. Łoziński: *Ziemia i jej budowa*. Wydawnictwo Nauka i Sztuka T. VII. Lwów. — Neumayr-Uhlig: *Dzieje ziemi*. Tłom. Zalewski, Weyberg, Janiszewski, wydał Morozewicz. Dwa tomy. Warszawa 1906. — Lapparent: *Abrégé de géologie*. III, IV. edit. Paris. — Walther: *Wstęp do geologii*. Spolszczył Wiśniowski. Warszawa 1908. W tej książeczce jest także podana najważniejsza literatura do geologii Polski. — Walther: *Geschichte der Erde und des Lebens*. Leipzig. 1908.

Paleontologia. A. Seignette, tłum. J. Lewiński: *Zwierzęta epok ubiegłych*. Warszawa 1904. — G. Steinmann: *Einführung in die Palaeontologie*. Leipzig 1903.



WYKAZ PRZEDMIOTÓW.

- Agat 89
 Akumulacja 75
 Aktynolit 33
 Albit 31
 Algonkińska grupa (era) 124
 Aluwialna epoka 141
 Alpy 103, 106, 130
 Alth Aloizy 148
 Alwernia 38, 149
 Alun chromowy 8
 „ zwyczajny 8
 Amfibol zwyczajny 32
 Amiant 33
 Amonity 130, 132, 135, 136, 142
 Anamezyt 38
 Andaluzyt 40
 Andezyt 38
 Andy 106
 Anhydryt 68
 Annularia 127
 Anortyt 31
 Antracyt 111
 Antyklina 103
 Antylle 24
 Antymonit 98
 Apatyt 57
 Apeniny 106
 Aragonit 67
 Archaeopteryx 134, 143
 Archaiczna grupa (era) 124
 Argentyt 98
 Artyzyczna studnia 51
 Asfalt 109
 Atmosfera 2
 Atole 62
 Augit zwyczajny 32
 Aury pigment 99
 Azbest amfibolowy 33
 „ serpentynowy 48
 Azuryt 67
 Azotany 57
 Bad Lands 83, 138
 Bakterie jako czynnik geologiczny 55, 57
 Barysfera 2
 Baryt 68
 Barwne a zabarwione mineral. 6.
 Barwy naleciałe 97
 Bazalt 38
 Belemnity 130, 132, 135, 136, 142
 Beryl 41
 Beskid 38, 55, 154—155
 Bezpostaciowe ciała 6
 Bieg warstw 105, 108
 Biosfera 2
 Biotyt 31
 Blenda cynkowa 99
 Bliźniaki 30
 Błotne wulkany 48
 Błyszczące 97
 Błyszczące żelaza 91
 Bochnia 156
 Boksyt 89
 Bomby wulkaniczne 25
 Borysław 157
 Brekeya 85
 Brontozaur 132
 Bronzowy wiek 141
 Bryłowy (jamneński) piaskowiec 55, 154
 Buch Leopold 26
 Budowa skał wybuchowych 35
 Bursztyn 109
 Bytom 149
 Cechsztyn (cechsztajn) 128
 Chalcedon 89
 Chalkopiryt 97
 Chalkozyn 98
 Chimborasso 23
 Chiny 82
 Chirotherium 130
 Chryzopaz 89
 Chryzotyl 48
 Chrzanów 149
 Ciasto skalne 35
 Cieplice (gorące źródła, termy) 23, 47, 67
 Cieszyń 38
 Cieszyńskie warstwy 154
 Ciężar właściwy ziemi 93
 Ciężkowicki piaskowiec 154
 Ciosowy piaskowiec 55
 Cuvier Jerzy L. 113
 Cynober 99
 Czarnoziem 57
 Czarna 149
 Częstochowa 150
 Czwartorzędny system 140
 Czworościan 17
 Dana D. James 102
 Darwin Karol 144
 Daszki (post. krystalogr.) 13
 Dąbrowa Górnicza 149
 Delt 75
 Dendryty 92
 Denudacja 83
 Descendencja 144
 Dewoński system 126
 Dębnik 149
 Diabaz 38
 Dioryt 38
 Dogger 132
 Doleryt 38
 Doliny (rozwój) 77
 „ erozyjne 74
 „ polodowcowe 80
 „ przełomowe 75
 „ tektoniczne 104
 „ w Krasie 44
 Dolomit 61—62
 Dolomitowe Alpy 66
 Druzgot 85
 Dubno 159
 Dwunastościan romb. 99
 Dwuściany (post. krystalogr.) 13
 Dyament 114
 Dyluwium (dyl. epoka) 140
 Dynamiczna geologia (definicja) 22
 Dyslokowane warstwy 106
 Dżwiniacz 157
 Dżurów 157
 Egejskie morze 24
 Eisener 95
 Elektryczne własn. mineral. 109
 Eltońskie jezioro 69
 Eocen 137
 Eolicznego pochodzenia glina 81
 Eozoiczna grupa (era) 124
 Epirogeniczne ruchy 101
 Epoka geologiczna 122
 Epsomit 70
 Era geologiczna 122
 Erozyja powietrzna 82
 „ wodna (wogóle) 73
 do 78
 „ wsteczna 75
 Erratyczne glazy 81, 140, 157
 Etna 23
 Facja 87
 Firn 80
 Fizyografia mineral. (definicja) 22
 Fizyograficzna geol. (definicja) 22
 Fliszowa facja 154
 Fluorescencja 72, 114
 Fluoryt 72
 Formy wietrzenia 55
 Fosforany 57—58
 Fosforescencja 114
 Fosforyt 58
 Francensbad 47
 Fukoidy 137
 Fumarole 23
 Fyt paleontologia (definicja) 144
 Gąbrowe skały 38
 Galenit (galena) 98
 Gejzery 47, 52
 Genealogia konia 143
 Geologia (definicja) 4
 Geologia dynamiczna (definicja) 22
 Geologia fizyograficzna (definicja) 22
 Geologia historyczna (definicja) 121
 Geotektoniczne siły 105
 Geotermiczny stopień 47
 Gips 68
 Gleba 56—57
 Głina 50
 Glińsko 153
 Globigerynowy muł 61
 Głębiny muł czerwony 87
 Głębiny muł otwornicowy 87
 Głębiny muł radyolaryowy 87
 Gnejs 115
 Godzina górnicza 105
 Gondwana (formacja) 131
 Goniometr 12
 Góry erozyjne 105
 „ łańcuchowe 105
 „ łańcuchowe 105
 „ masowe 105
 „ szczątkowe 105
 „ wulkaniczne 105
 Góry Hercyńskie 105
 „ Kielecko-sandomierskie 105
 „ Nadreńskie 105
 Gra barw w opalu 89
 Grafit 114
 Granat 41
 Granit 36
 Granityt 36
 Grojec 150
 Groty podziemne 44
 Grudna Dolna 157
 Gruntowa woda 45
 Grupa geologiczna 122
 Gruz 85
 Guano 58
 Gunung Gelungung (wulkan) 25
 Hare 105
 Haüy René Juste 19
 Hedzalia (góry) 155
 Heksagonalny układ kryształ. 17
 Heim Albert 102
 Helgoland 78
 Heliotrop 89
 Hematyt 90
 Hemimorfizm 41
 Herculanum i Pompei 25
 Heteromorfizm 67
 Hieroglify 154
 Himalaje 106
 Hołubica 153
 Humboldt Aleksander 26
 Hydrosfera 2
 Ichthyosaurus 132
 Ily 50, 86
 Il łupkowy 50
 Ilo otwartości okolicy Krakowa 150
 Inoceramowe warstwy 154
 Inowrocław 70
 Izomorfizm 62
 Izostaticzna teoria orogeniczna 103
 Jamneński (bryłowy) piaskowiec 48, 55, 154
 Jasna Góra 134, 150
 Jaszczurówka 47
 Jaworzno 149
 Jądro kamiennie 111
 Jednoskośny układ krystal. 16
 Jordau (dolina J.) 104
 Jura biała 132
 „ brunatna 132
 Jurajski system 132
 Jurajskie skamieniałości z Krakowskiego 133
 Kalamity 127
 Kalcyt 59
 Kalisz 134
 Kałusz 70, 72, 157
 Kambryjski system 125
 Kamień Filaretów 158
 Kanion 74
 Kant Emanuel 1
 Kaolin 49
 Karlsbad 46, 67
 Karnalit 70, 71
 Karpaty (Beskid, Tatry) 154—155
 Karroo (formacja) 131
 Kara-Bugaz 70
 Kaspijskie morze 69, 71
 Kaszytyt 90
 Katowice 149
 Kenozoiczna grupa (era) 136
 Kielec 151
 Kielecko-sandomierska wyżyna 151
 Kijowskie gliny 158
 Kijów 158
 Kizeryt 70
 Klasy krystalograficzne 16
 Kliniec kwadratowy 97
 Kolorado (rzeka) 74
 Kombinacje krystalograficzne 18
 Kompas górniczy 105, 108
 Kontakt z skałą wybuchową 34
 Kontraktacyjna teoria orogeniczna 102
 Kontynentalne ruchy 101
 Koń (genealogia) 143
 Koralowce rafy 61
 „ wapienie 64
 Kordait 127
 Kordyliery 106
 Korund 89
 Kosmogoniczna teoria Kant i Laplace'a 1
 Kościeliska dolina 64
 Krakatau (wybuch) 25
 Krakowska ziemia 149
 Krakowsko-wieluńskie pasmo 150
 Kras 40, 60
 Krasowe zjawiska 44
 Kreda 64
 Kredowe skamieniałości z okolicy Lwowa 135
 Kredowy system 134
 Kruszczone pokłady i gniazda 95
 Kruszczone żyły 94
 Krwawnik 89
 Krynowide wapienie 131
 Krystalizacja 7
 Krystalografia (definicja) 9
 Kryształ 6
 Krzemiany 29, 40, 48

Krzemień 89
 Krzeszowice 38, 149
 Kujawy 157
 Kulmowe warstwy 128, 149
 Kupryt 90
 Kwadratowy układ kryst. 16
 Kwarcytowe piaskowce 85
 Kwarczec 28
 Ładowe osady 87
 Labrador 31
 Laplace Piotr Szymon 1
 Lateryt 50
 Lawa 22, 39
 Lepidodendron 110, 127
 Lepiszcze skał okruczo-
 wych 85
 „Less 50, 81
 Lias (liasowa serya) 132
 Lignit 111
 Limonit 90, 149, 151
 Liparyt 37
 Litograficzny wapień 63, 65
 Litosfera 2
 Litotamnia 63
 Litotamniowe wapienie 64
 Litwa 158
 Lodowa epoka 80, 81, 140
 Lodowce 79
 Lodowe góry 80
 Lotne piaski 81
 Lubelska wyżyna 147, 152,
 159
 Lwowsko-tomasz. grzbiet
 (Roztocze) 149, 153
 Lwów 153
 Lyell Karol 117
 Ławra Peczerska 158
 Łęk tektoniczny 103
 Łojek 49
 Łupki łowe 50, 86
 „ krystaliczne 115
 „ łuszczkowe 115
 „ talkowe 115
 Łupliwość minerałów 8
 Madrepory 61
 Magma 27, 35
 Magnetyczne własności mi-
 nerałów 91
 Magnetyt 91
 Magórski piaskowiec 154
 Malachit 67
 Malm 132
 Mamut 140
 Mapa geologiczna 145
 Margiel 65, 86
 Markazyt 97
 Marmury 64
 Martwica wapienna 65
 Mary 26
 Masowe góry 105
 Masywne skały 33
 Mechaniczne osady 79
 Melafir 38
 Menilitowe łupki 154
 Meroksen 31
 Metale i ich znajdowanie
 się 92
 Metalosfera 2
 Metamorfizm 115
 Meteoryty 39
 Mezozoiczna grupa (era) 128
 Mglawice 2
 Michalski Aleksander 148
 Miedź rodzima 113
 Miedźzolodowcowe utwory
 140
 Miękinia 37, 149
 Mikroskopowe badania skał
 40
 Mineralogia (definicja) 5
 Mineral (definicja) 5
 Miocen 138
 Miocen podkarpacki 156
 Mioceńskie skamieniałości
 w Polsce 139
 Miodowiec 65
 Missisipi (delta) 75
 Model kryształu 20
 Mofetty 23
 Mohylów 152, 159
 Monasterzyska 152
 Mont Pelée (wybuch) 25
 Monte Nuovo 23
 Moreny 80
 Morenowe utwory 87
 Morskie osady 86
 Morze czerwone 107
 Morze Martwe 67
 Muskowit 31
 Muszlowe wapienie 64
 Muszlowy wapień (serya)
 132
 Myszyn 157
 Nachylenie warstw 105
 Naciekowy wapień 65
 Nadbużańska kotlina 157
 Nafta 109, 155, 157
 Naftowe gazy 109
 Napływowe pokłady 75
 Narzutowe (erratyce) gła-
 zy 81, 140, 151, 157
 Nasunięcia tektoniczne 104
 Nawodne mieszkania (neo-
 lityczne) 141
 Nawozy mineralne 57
 Neolityczny wiek 141
 Neptun (planeta) 1
 Neptuniści 102
 Niezgodne ułożenie 106
 Nikielin 97
 Nitratyn 58
 Nizina Sandomierska 157
 Niż Polski 157
 Niżniowski wapień 153
 Nowy Targ 155
 Numulitowe wapienie 64
 Numulity 64, 137

Obsydiany 37—39
 Odcisk (skamieniałości) 111
 Oddzielność skał 34
 Odkryta mapa geologiczna
 147
 Odkrywka 87—88
 Odmładzanie się dolin 77
 Ogień dyamentów 114
 Ogniska plutoniczne wul-
 kanów 27
 Ognisko trzęsienia ziemi
 107
 Ojców 44, 56, 150
 Okruchowe skały 84
 Oligocen 137
 Oligoklaz 31
 Oliwin 33
 Olkusz 149
 Olsztyn 134, 150
 Ombrometr 50
 Opady atmosferyczne 42
 Opal 89
 „ mleczny 89
 „ szlachetny 89
 Opaliza 89
 Opoka 136, 150, 153
 Orogeniczne siły 106
 „ teorie 102
 Ortoklaz zwyczajny 30
 Osadowe skały 86
 Osady chemiczne 70
 „ głębinowe 87
 „ kontynentalne 87
 „ mechaniczne 79
 „ morskie 86—87
 „ mórz otwartych 86
 „ przybrzeżne 86
 „ słodkowodne 87
 Osi krystalograficzne 10—11
 Osi optyczne 60
 Ośmiościan 15
 Ołoczaki 85
 Otwornice 61
 Otwornicowy muł wapien-
 ny 61
 Ozokeryt 109, 157
 Paleogen 137
 Paleolityczny wiek 141
 Paleontologia (definicja)
 112, 144
 Paleozoiczna grupa (era)
 124
 Paragenez 95
 Parametry (definicja) 12
 Parametryczne prawo wy-
 mierności społecznii-
 ków 19
 Park narodowy Stanów
 Zjednoczonych 47
 Permski system 128
 Perydot 39
 Nowy Targ 39
 Perydot 39
 Peryod geologiczny (defi-
 nicja) 122

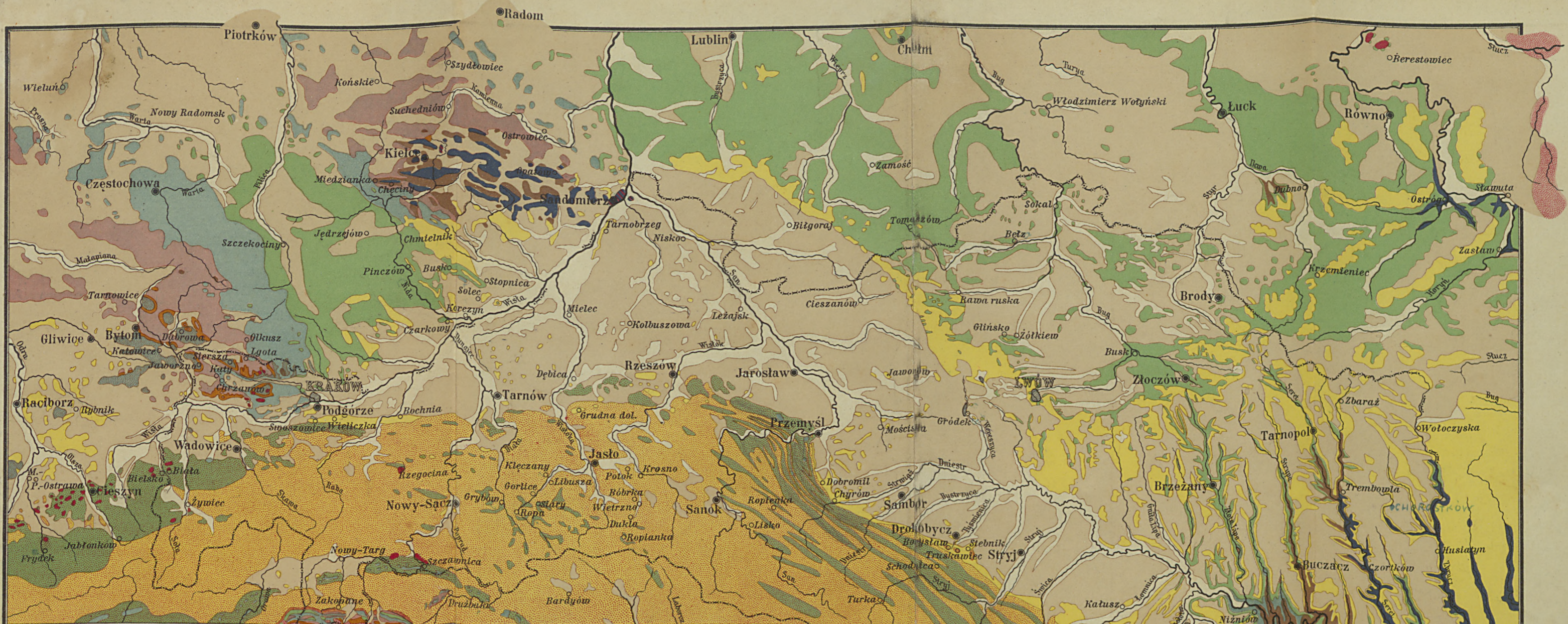
Petrografia (definicja) 35
 Petrograficzne badania mi-
 kroskopowe 40
 Pianka morska 49
 Piasek wulkaniczny 25
 Piaski lotne 81
 Piaskowce 85
 Piaskowiec bryłowy (jam-
 neński) 55, 154
 Piaskowiec ciosowy 55
 Pieniny 134, 155
 Pieprzowe góry 125, 151
 Pierwiastki (minerały) 113
 Pierwotne minerały 48
 Pierwotne postaci krysta-
 lograficzne 19
 Pierwotne składniki sko-
 rupy ziemskiej 3
 Pieskowa skała 56, 150
 Piętro geologiczne (defini-
 cja) 122
 Piramida (krystalograf.) 12
 Pirargiryt 98
 Pireneje 106
 Piroelektryczność 41
 Pirokseny 32
 Piroluzyl 92
 Pirofera 2
 Piryt 96
 Plagioklasy 31
 Planetoidy 1
 Platyna 113
 Pleistocen 140
 Pleochroizm 8
 Plesiosaurus 132
 Pliocen 138
 Plutoniczne skały 36
 Plutoniści 26, 102
 Płaszczowina 103
 Płaszczyzna łupliwości
 kryształów 8
 Płaszczyzna symetrii kry-
 ształów 10
 Płyta czarnomorska, podol-
 ska, ukraińska etc. 147,
 152
 Płyty wybuchowe 26
 Pochodne minerały 48
 Pochodne składniki skoru-
 py ziemskiej 3
 Podhorce 153
 Podkarpacki miocen 156
 Podole (wyż. podol.) 152
 Podwójne załamywanie
 światła 60
 Pojezierze Pomorsko-Pru-
 skie 158
 Pokrywy wybuchowe 26
 Pokucie 147
 Polaryzacja światła 41—42
 Polje 45
 Polne kamienie 81
 Pompei i Herculanium 25
 Popiół wulkaniczny 25

Poręba 150
 Porfir 37
 Porfirowa budowa 35
 Porohy dniewowe 36, 152
 Potylicz 153
 Powietrzna erozja 82
 Poznańskie 157
 Półodkryta mapa geologi-
 czna 147
 Półścienne postaci 17
 Prakryształy 35
 Prawo parametryczne wy-
 mierności społecznii-
 ków 19
 Prawo stałości kątów 20
 Prawo zachowania syme-
 tryi 18
 Preparat petrograficzny 40
 Profil geologiczny 145
 Prustyt 98
 Przekraczające ułożenie 106
 Przelomowe doliny 75
 Przewodnie skamieniało-
 ści 112, 124
 Przybram 93
 Przybrzeżne utwory mor-
 skie 86
 Pseudomorfozy 49
 Psia Grota 23
 Pstry piaskowiec (serya)
 131
 Pumeks 37
 Pusch Bogumil 148
 Pustynia 82
 Radomska ziemia 151
 Radyolaryowy muł krze-
 mionkowy 87
 Rafy koralowe 61
 Realgar 99
 Ren (dolina) 104
 Ret (rhät) 131
 Rombościan 28
 Rombowy układ krystalo-
 graficzny 16
 Ropianieckie warstwy 154
 Roztocze (grzbiet) Lwo-
 wsko-tomaszowskie 153
 Rozwój świata organiczne-
 go 142
 Równo 34, 38
 Równooosiowy układ 17
 Równopostaciowość 66
 Różnobarwność 8
 Różnopostaciowość 67
 Rubin 90
 Ruchy skorupy ziemi 101
 Rudno 34
 Rysa minerałów 6
 Saletra sodowa (chilijska)
 58
 Saletrowce 119
 Sandomierska nizina 157
 Sandomierz 125, 151

Santoryn 23
 Saska Szwajcarya 56
 Sejsmiczne fale 107
 Sejsmograf 108
 Seret 152
 Serpentyń 48
 Serya geologiczna 122
 Sfaleryt 99
 Siarka 113
 Siatka krystalograficzna 20
 Siersza 149
 Siewierz 149
 Sigillaria 110, 127
 Siodło tektoniczne 103
 Skala twardości Mohsa 29
 Skalenie 30
 Skalice karpackie 155
 Skała (definicja) 5
 Skały masywne 33
 „ osadowe 86
 „ warstwowe 86
 „ wybuchowe 33
 Skamieniałości 111
 „ przewodnie
 112, 124
 Skorupa ziemi 1—3
 Skoryt 41
 Sławków 149
 Sławuta 159
 Słodkowodne wapienie 87
 Słone jeziora 71
 Słucz (rzeka) 152
 Słupy krystalograficzne 13
 Smitsonit 65
 Smołowce 37, 38, 39
 Solanki 46
 Solenhofen 63, 65
 Solfatary 23
 Solowce 71
 Sosnowiec 149
 Sól gorzka 70
 „ kamienna 71
 „ kamienna (tworzenie
 się pokładów soli) 69
 Sombrieryt 58
 Spat islandzki 65
 Spag 112
 Sperenberg 70, 125
 Spoiwo skał okrucz. 43, 85
 Srebro rodzime 113
 Stalagmit 65
 Stalaktyt 65
 Starorzecze 84
 Starunia 157
 Starzenie się dolin 77
 Stassfurt 70, 125
 Staszic Stanisław 148
 Stebnik 70, 156—157
 Stosunek osiowy 19
 Stratygrafia (definicja) 121
 Strop 112
 Studnia zwyczajna 46
 „ artezyjska 51
 Sudety 105

- Suess Edward 102
 Syderyt 65
 Syenit 37
 Sylikoidy 119
 Sylurski system 125
 Sylwin 72
 Synklina 103
 System geologiczny (defini-
 cya) 122
 Szafir 90
 Szezawnica 27, 38
 " Bańska 155
 Szezawy 46
 Szezałkowe góry 105
 Szczypezyki turmalin. 42
 Sześcián 71
 Szklista budowa skał 35
 Szlif petrograficzny 40
 Ścięcie rzeki 7
 Srodkowa wyżyna Francu-
 ska 105
 Talk 49
 Tarnowice 149
 Tatry 36, 44, 103, 128, 134,
 140, 155
 Tektoniczne trzęsienia zie-
 mi 105
 Tektonika 105
 Tenczynek 34, 38
 Teorya descendencji 144
 " Kanta i Laplace'a 1
 Terasy dolinowe 75
 " nadbrzeżne 100
 Terminy (gorące źródła) 23, 47
 Tetraedryty 98
 Tlenki 88
 Topaz 41
 Torf 111
 Trachit 37
 Transgresya 106
 Trembowelski piaskowiec
 127, 152
 Trójosmiościan 114
 Trójskośny układ krysta-
 lograficzny 16
 Truskawiec 157
 Tryasowy system 131
 Trylobity 125, 126, 127, 130
 Trzęsienia ziemi wulkani-
 czne 24
 Trzęsienia ziemi zapadli-
 skowe 44
 Trzęsienia ziemi tektoni-
 czne 106
 Tufy 39
 Turkus 58
 Turmalin 41
 Twardość minerałów 29
 Typy krystalograficzne 12
 do 14
 Tyreńskie morze 24
 Układ krystalograficzny 16
 Ukraina 158
 Ułożenie warstw przekra-
 czające 106
 Ułożenie warstw niezgo-
 dne 106
 Uran (planeta) 1
 Urycz 55
 Uskok 104
 Uspyska 85
 Uwarstwowanie 86
 Wapień 59
 Wapienie (ich powstawa-
 nie) 61
 Wapień (jego gatunki) 64
 do 65
 Warstwowe skały 86
 Warszawskie zagłębienie 52
 Wawel 150
 Werner Abraham Gottlob
 102
 Wertebry podolskie 44
 Wezuwiusz 23
 Węgiel brunatny 111, 149,
 157
 Węgiel kamienny 110, 127,
 149
 Węglany 59
 Węglowce 109
 Węglowe zagłębienie śląsko-
 krakowskie 127, 149
 Wiek geologiczny 122
 Wieliczka 156
 Wielkopolska 157
 Wietrzenie chemiczne 53
 " mechaniczne 53
 Wihorlat 155
 Woda gruntowa 45
 " i jej chem. dział. 42
 " i jej mech. dział. 73
 " miękka 46
 " twarda 46
 " zaskórna 46
 Wodna erozya 73
 Wodospady 84
 Wogezy 107
 Wofyń 159
 Wsteczna erozya 75
 Wulkaniczne góry 105
 " skały 36
 Wulkaniczne trzęsienia zie-
 mi 24
 Wulkany błotne 48
 " lawowe 26
 " tufowe 26
 " eksplozyjne 26
 Wybuch wulkanu 24
 Wybuchowe płyty i pokry-
 wy 26
 Wybuchowe skały 33
 Wydmy piaskowe 81
 Wyżyna Kielecko-sando-
 mierska 151
 " Lubelska 152
 " Podolska 152
 " Śląsko-krakowska
 149
 " Śląsko-malopolska
 147
 Wzrost kryształów 8
 Zabarwione i barwne mi-
 nerały 6
 Zagłębienie węglowe śląsko-
 krakowskie 127, 149
 Zalas 37, 149
 Zasadnicza piramida 19
 Zasław 159
 Zawadówka 152
 Zawiercie 149
 Zejszner Ludwik 148
 Zlepienie 85
 Złoto 113
 Złożenie mineralogiczne
 skał wybuchowych 34
 Złożenie postaci krystalo-
 graficzne 18
 Zoopaleontologia 144
 Źródła gorące 23, 47
 " mineralne 46
 " szczelinowe 46
 " warstwowe 45
 Żelaziak czerwony 91
 Żelazo rodzime 93
 Żmudź 158
 Żyłowe minerały 48
 Żyły jałowe 95
 " kruszcowe 95
 " mineralne 43, 94
 " puste 95
 " skalne 94



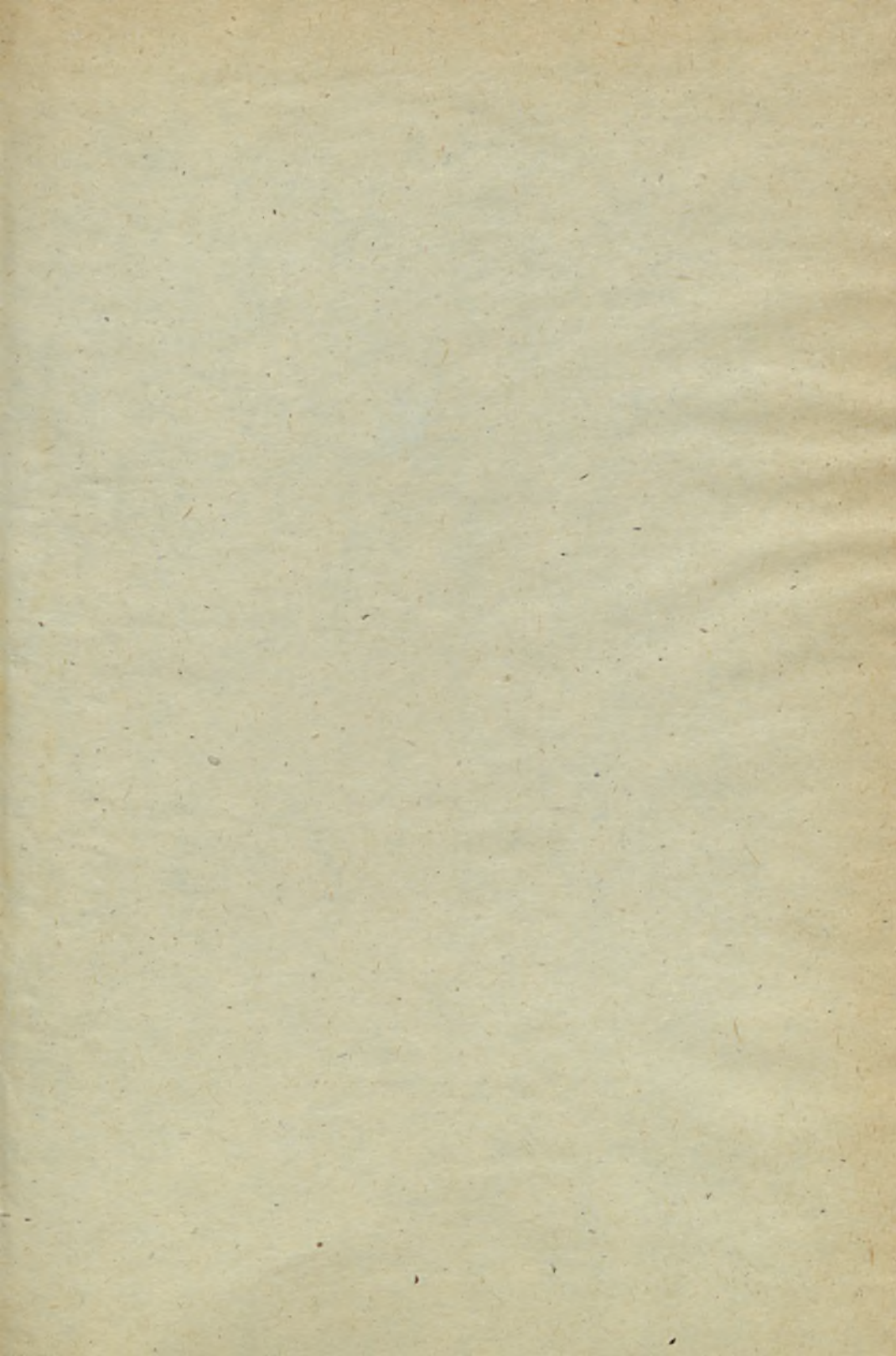


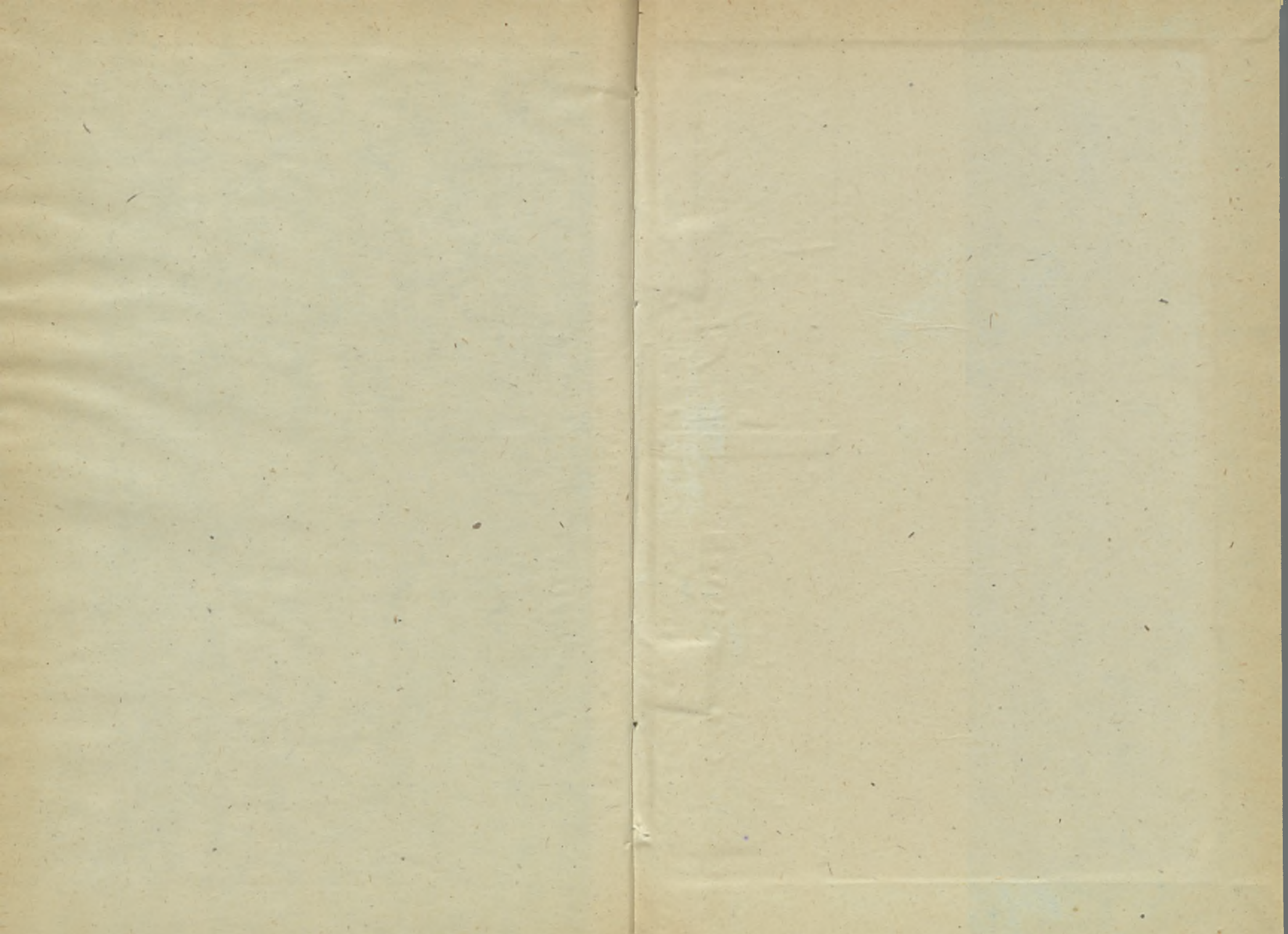
PRZEGLĄDOWA MAPA GEOLOGICZNA GALICYI

Dra. Tadeusza Wiśniowskiego

Wydanie trzecie 1908.
Skala 1:1 500 000

Lupki krystaliczne	Syst. kambryjski	Syst. sylurski	Syst. dewoński	Syst. węglowy	Syst. permski	Syst. tryasowy
Syst. jurajski	Syst. kredowy	Neogen	Paleogen	Dyluwium	Granit	Porfiry, melafiry, cieszynity, trachity i bazalty
	fac. flisz.	Syst. trzeciorzędny	Syst. czwartorzędny	Alluwium		





Biblioteka Pedagogiczna w Radomiu
nr inw.: K - 41963



BGZs 41963