

Józef Łukaszewicz.

Prace niewydane.

1. Czy nasza planeta przebyła fazę gwiazdy świecącej?

Wiedza fizyczna, w zależności od masy badanych ciał, dzieli się na: 1) fizykę kosmiczną (jeszcze nie opracowaną) 2) astrofizykę — czyli fizykę olbrzymich skupień materji, jakimi są gwiazdy, 3) fizykę planetarną t. j. fizykę mniejszych skupień mas, jakimi są planety (do tej grupy należy geofizyka) i wreszcie 4) fizyka zwykła t. j. fizyka drobnych ciał, gdzie siły wewnętrzne grawitacyjne przyjęte są $= 0$, wówczas gdy te siły mają pierwszorzędną rolę w zjawiskach planetarnych i w astrofizyce. Wtrącanie się sił grawitacyjnych w przebieg zjawisk planetarnych częstokroć radykalnie zmienia ostateczne wyniki, tak, że ogólnie mówiąc, nie istnieje analogja fizyczna pomiędzy małemi, a wielkimi ciałami, złożonemi z tej samej substancji. Nie tylko przebieg zjawisk fizycznych, ale i rozwój ciał niebieskich jest zależny od ich mas. Obecnie powszechnem uznaniem cieszy się teoria nebularna: mgławice, zgęszczając się przechodzą w gwiazdy, które ostygając, dają początek planetom. A mgławice powstają od zderzenia się ciał niebieskich (Croll, H. Spencer, Arrhenius i inni).

Ziemia niewątpliwie niegdyś była w rozpalonym stanie, o tem wymownie świadczy petrograficzny skład litosfery. Mianowicie składa się ona ze skał ogniowych i osadowych, które powstały wskutek wietrzenia skał ogniowych; a skały ogniowe powstają od zestalenia się ognisto-ciekłej magmy. I obecnie wnętrze ziemi jest w rozpalonym stanie, jak o tem świadczą: gradient geotermiczny, gorące źródła, bijące z głębi ziemi, i ognisto-ciekła lawa (posiadająca do 1500° C), wyrzucana przez wulkany, magnetyzm ziemi, stopień zmniejszenia się promienia ziemi i t. d.

Mgławica, z której powstała ziemia, musiała mieć bardzo niską temperaturę, o czym możemy wnioskować z obecności wodoru, znajdującego się w ogromnej ilości na ziemi w związku z tlenem, t. j. wody. Gdyby mgławica ziemską sięgała orbity księżyca (t. j. była o promieniu $R = 6371 \times 60$ km), to paraboliczna szybkość na jej powierzchni byłaby $= 1422$ m/s, a średnia szybkość drobin wodoru przy temperaturze fotosfery słońca $= 8850$ m/s, t. j. wodor szybko rozproszyłby się w przestworach wszechświata. Nawet przy temperaturze -100° C drobiny wodoru posiadają szybkość $= 1467$ m/s, t. j. wyższą od parabolicznej. A więc ziemia zawdzięcza swe ciepło nie pierwotnemu ciepłu mgławicy lecz ciepłu powstającemu od kurczenia się mgławicy. Jeżeli mgławica nieskończenie rozrzedzona ($R_1 = \infty$) zgęszcza się do jednorodnej kuli o promieniu R cm, to przytem wydziela się

W ergów czyli $\frac{W}{41,700.000}$ kaloryj: $W = \frac{3}{5} \frac{KM^2}{R}$ ergów,
gdzie K (stała ciężenia powszechnego) $= \frac{667}{10^{10}}$, M —masa mgławicy w gramach.

Czyli potencjalna energia mgławicy przekształca się w kinetyczną, a kinetyczna w ciepłą (1 kaloria $= 41,700.000$ ergów).

Na zasadzie tego wzoru obliczyłem (patrz tablicę), ile wywiązało się kaloryj na 1 gram masy Słońca, Jowisza, Ziemi i Księżyca, gdy ich gęstości doszły do 1,4, t. j. gęstości jaką obecnie posiada Słońce.

Komety, jako drobne ciała, niezdolne są do dalszego rozwoju i rozkładają się (przy działaniu słońca i innych gwiazd) na pył kosmiczny i potoki meteorytów.

Księżyc, gdy zgęszczenie doszło do gęstości słonecznej, t. j. 1,4, otrzymał na każdy gram masy tylko 310 kaloryj. Nawet całkowita ilość ciepła, wydzielanego przy zgęszczeniu mgławicy do obecnego stanu Księżyca ($d = 3,4$), da 417,6 kaloryj na 1 gram masy, t. j. ilość ciepła zupełnie niedostateczną do przetopienia krzemianów, gdyż dla roztopienia 1 gr. krzemianów (od bezwzględnego 0°) potrzeba 450—500 kaloryj (według doświadczeń Vogt'a). Księżyc z fazy mgławicy odrazu wstąpił w fazę planetarną i nigdy nie był w roztopionym stanie. Tak zwane kratery na księżycu nie mają nic wspólnego z kraterami naszych wulkanów: są to wciągnięte w głąb wskutek kurczenia się księżyca sektory.

Przechodząc do ziemi, odrazu spostrzegamy, że Ziemia nie przeżywała fazy świecącej się gwiazdy, gdyż na 1 gr. jej masy

wydzieliło się tylko 5693 kal., t. j. 45 razy mniej ciepła w porównaniu z Jowiszem, a ciepło Jowisza nie jest w stanie rozproszyc chłodnych obłoków, otaczających tą planetę. A więc ziemia z fazy mgławicy od razu przeszła w fazę ciemnej gwiazdy. W tej fazie w układzie słonecznym znajdują się Jowisz, Saturn, Uran i Neptun. Później ziemia wkroczyła w fazę planety, gdy jej gęstość doszła do 3. Faza planety zawiera dwa stadja: magmowe i geologiczne. W stadium magmowym ziemia składa się *a)* z jądra gazowego, *b)* ognisto ciekłej powłoki magmowej otaczającej to jądro i *c)* grubej warstwy obłoków okrywających planetę. W stadium geologicznym na powierzchni magmy, wskutek jej ostygnięcia, powstała litosfera.

Słońce otrzymało olbrzymią ilość ciepła: 27 milionów kaloryj na każdy gram masy. To ciepło doprowadziło słońce do stanu jasno świecącej gwiazdy i wywołało rozkład atomów. Życie gwiazd odznacza się bogactwem form i wielką różnorodnością fizycznych i chemicznych przekształceń. Ewolucja ciał niebieskich jest zależna od ich masy.

Obliczając ciepło ziemi, zupełnie nie brałem pod rozwagę ciepła, wytwarzającego się przez rozkład ciał promieniotwórczych, ponieważ tych ciał na naszej planecie jest zbyt mało. Obliczenie Strutta, jakoby przeciętnie każdy gram skał zawierał $5 \cdot 10^{-12}$ gram Ra, jest zupełnie błędnym.

	Masa w gramach	Gęstość	Ilość kaloryj wydzielonych na 1 gram masy wskutek skupienia cząsteczek mgławicy do gęstości 1,4	Ewolucja ciał niebieskich
Słońce	$1967 \cdot 10^{30}$	1,4	27,367.000	Mgławica → Gwiazda → Wielka planeta
Jowisz	$1878 \cdot 10^{27}$	1,36	256.700	Mgławica → ciemna gwiazda ¹⁾ → planeta
Ziemia	$6 \cdot 10^{27}$	1,4	5.693	Mgławica → ciemna gwiazda → planeta
Księżyc	$0,758 \cdot 10^{24}$	1,4	310.6	Mgławica → planeta
Komety	mała	—	—	Niezdolne do rozwoju. Rozkładają się na pył kosmiczny i potoki meteorytów.

1) Być może, Jowisz przejdzie fazę czerwonej gwiazdy, gdy osiągnie gęstość 1,4 — 1,5.

2. Obrachunek wieku lądów i mórz.

Badanie wieku minerałów, oparte na szybkości rozkładu ciał promieniotwórczych, pozwoliło nawiązać stosunek pomiędzy czasem geologicznym, a czasem bezwzględny. Ta metoda, oparta na rozkładzie ciał promieniotwórczych, w gruncie rzeczy jest bez zarzutu (rozkład odbywa się równomiernie jak ruch strzałki zegara, niezależnie od fizycznych i chemicznych warunków, w jakich znajduje się minerał). Trudności stanowi jedynie ściśle określenie drobnych ilości uranu, helu i ołowiu, a więc otrzymane wyniki zasługują na baczną uwagę geologów.

Wiek minerału	Pochodzi ze skał
10—30 milionów lat	trzeciorzędowych
100—150 „ „	mezozoicznych
300—600 „ „	paleozoicznych
miljard i więcej lat	archaicznych

Podane liczby dziesięciokrotnie przewyższają bezwzględny czas, przyjmowany dotychczas hipotetycznie przez geologów. Wobec tego przeprowadziłem ogólną rewizję czasów geologicznych, wysuwając z jednej strony nowe metody określenia tego czasu, z drugiej wnosząc gruntowne poprawki do znanych już sposobów. Przytoczę dwie metody określenia czasu geologicznego za pomocą 1) erozji i 2) tworzenie się lądów.

1) Erozja. Rzeki rocznie znoszą ze swego dorzecza cienką warstewkę gruntu miąższości kilku setnych milimetra. Jako średni współczynnik erozji rocznej przyjąłem 0,05 mm, t. j. ten stopień erozji, jaki posiadają rzeki: Amazonka, Mississippi, Dunaj. Aby zdegradować całkowicie jaką wyniosłość h metrów nad poziomem morza, woda musi spłukać warstwę miąższości nie h metrów, ale $4,71 h$ m, wskutek tego, że wyniosłość h musi być zrównoważona (według prawa Archimedesesa) swym korzeniem, pogrążonym do magmy na głębokość $3,71 h$ m. A więc dla zupełnego spenepienizowania najwyższej góry 9 kilom, czyli 9,000.000 mm będzie potrzeba

$$\frac{9,000.000 \cdot 4,71}{0,05} = 848,000.000 \text{ lat}$$

W rzeczywistości liczba lat jest jeszcze wyższa; podczas transgresji morza erozja ustaje na zalanych terenach i te regjony

otrzymują ochronną pokrywę z osadów morskich, ta pokrywa ochrania przez długi czas od dalszej degradacji. Wobec tego musimy znacznie powiększyć otrzymaną liczbę i zbliżymy się do miljarda lat. Bezpośrednia obserwacja wskazuje, że góry fałdowe archaiczne są wogóle kompletnie zdegradowane i są podścieliskiem krain płytowych (Wschodnio-europejska równina, Zachodnio-syberyjska nizina, Środkowa Syberja, środkowa część Półn. Ameryki, zachodnia połowa Australji i t. d.).

Wysokość gór paleozoicznych (sięgająca 1—2 km.) wskazuje na erozję, która trwała kilkaset milionów lat.

		Pierwotna wysokość gór			
		8500 metr.	7000 metr.	6000 metr.	5000 metr.
Obecna wysokość gór	1 km.	706 mil. lat	565 mil. lat	471 mil. lat	376 mil. lat
	2 „	612 „ „	471 „ „	377 „ „	283 „ „

Wysokość gór mezozoicznych dochodzi do 3—4 km i nawet trochę wyżej, a wysokość gór kenozoicznych sięga 7—8—9 km.

Stąd widzimy, że zjawiska erozji są w dobrej zgodzie z „zegarem geologicznym“ (czasem podawanym przez rozkład ciał promieniotwórczych).

2) Powstanie lądów. Średnia miąższość litosfery pod oceanami = 52,5 km, a pod lądami 67,79 km¹). Na to zgrubienie lądowej litosfery składają się dwa garby: górny i dolny. Górny garb ma miąższość 4,5 km (0,7 km lądy wystają nad poziomem morza, a ich cokóły podwodne, czyli średnia głębokość oceanów = 3,8 km). Dolny garb, wtłoczony do magmy wynosi 11,29 km (mianowicie 8,69 km — korzeń cokółu + 0,7 × 3,71 — korzeń części wznoszącej się nad poziomem morza). Razem górny i dolny garb = 15,79 km.

Wskutek ogromnej przewagi sił grawitacyjnych nad spójnością skał, nie ognisto ciekła magma przystosowuje się do kształtu litosfery, lecz odwrotnie litosfera przystosowuje się do powierzchni magmy. A ta powierzchnia określa się prawem Clairaut'a.

Kiedy jądro ziemi kurczy się wskutek ostygnięcia, to litosfera staje się zbyt obszerną dla zmniejszonej powierzchni jądra. W li-

¹) Patrz: J. Loukachewitsch. Sur le mécanisme de l'écorce terrestre et l'origine des continents, 1911.

tosferze rozwija się silne boczne ciśnienie, które prowadzi do ukośnych spękań w słabszych miejscach i nasuwania się jednej części spękniętej litosfery na drugą. Tak powstają zgrubienia w litosferze (góry fałdowe, łądy). Jeżeli zdruzgotana oceaniczna litosfera miała miąższość H km, a zmniejszenie powierzchni ziemi wynosiło S km², to objętość wytłoczonych mas $= HS$ km³. Dla powstania 1 km² łądy z oceanicznej litosfery potrzeba dodać 15,79 km³ mas skalnych, a więc

$$X \cdot 15,79 = HS, \text{ stąd } X = \frac{HS}{15,79}$$

Naprzykład, jeżeli promień ziemi zmniejszy się o 1 metr, to powierzchnia ziemi zmniejszy się o 160 km². Objętość wytłoczonych mas $HS = 52,5 \cdot 160$ km³, a obszar nowopowstałego łądu $X = \frac{52,5 \cdot 160}{15,79} = 532$ km².

Tym sposobem ustala się bardzo ważna zależność pomiędzy zmniejszeniem promienia ziemi, zmniejszeniem powierzchni ziemi i obszarem nowopowstałego łądu. Od zmniejszenia się promienia ziemi o 1 metr wydziela się $86 \cdot 10^{23}$ kaloryj. Ponieważ ziemia jest ciałem ostygającym, więc wyprodukowane ciepło musi wypromieniować. Rocznie ziemia traci $57 \cdot 10^{19}$ kaloryj, a więc na wypromieniowanie wytworzonego ciepła potrzeba

$$\frac{86 \cdot 10^{23}}{57 \cdot 10^{19}} = 15.100 \text{ lat.}$$

W rzeczywistości ziemia traci nieco ciepła i ze swych wewnętrznych zapasów tak, że całkowita ilość lat w danym wypadku $= 15.100 + \alpha = 16.140$ lat.

Stąd widzimy, że istnieje zależność pomiędzy zmniejszeniem się promienia ziemi, obszarem nowopowstałego łądu i czasem geologicznym.

Naprzykład pod Andami obecnie znajduje się trzy miliony km², a średnia ich wysokość $= 1897$ metrów nad poziomem morza. Dla powstania tego systemu górskiego powierzchnia ziemi zmniejszyła się o 1,200.000 km², promień ziemi zmniejszył się o 7 km, a czas potrzebny na wypromieniowanie ciepła od kurczenia się ziemi $= 111$ milionów lat. A więc Andy nie mogą być trzeciorzędowym systemem górskim, lecz daleko sięgają w mezozoicum (tylko niektóre łańcuchy Andów mają wiek trzeciorzędowy).

Ile upłynęło lat od początku kambru do naszych dni? Obszar zajęty pod fałdami paleozoicznymi, mezozoicznymi i kenozoicznymi, mniej więcej = 34,000.000 km². Dla powstania tego lądowego obszaru promień ziemi zmniejszył się o 63 km. To musiało wywiązać:

$$346.10^{38} \cdot \frac{6,300.000}{6371.6434.10^{10}} = 53,18.10^{28} \text{ kaloryj}$$

Dla ich wypromieniowania potrzeba

$$\frac{53,18.10^{28}}{57.10^{19}} = 933,000.000 \text{ lat.}$$

W rzeczywistości, jak już mówiłem, będzie nieco więcej lat. Znowu zbliżamy się do 1 miljarda lat.

A zatem trzy zupełnie różne metody: 1) „zegar geologiczny“ (szybkość rozkładu ciał promieniotwórczych), 2) erozja i 3) tworzenie się lądów zgodnie określają, że „czasy historyczne“ (od kambru do naszych dni) trwały około 1 miljarda lat.

„Czasy archaiczne“ (od powstania litosfery do kambru) są o wiele dłuższe od „czasów historycznych“ (paleozoicum + mezozoicum + kenozoicum). Do wyświetlenia tej sprawy posiadamy kilka sposobów:

1) „Zegar geologiczny“ (Hönigschmid określa wiek jednego minerału, pochodzącego z belgijskiego Konga, równym 3 miliardom lat).

2) Powstanie lądów (patrz tablicę).

3) Zjawiska wulkaniczne.

4) Powstanie stratosfery.

5) Zasolenie wód oceanicznych.

6) Zjawiska biologiczne.

7) Wiekowe przyspieszenie księżyca.

Ogólne wyniki, otrzymane przy zestawieniu tych sposobów, podane są w tablicy.

3. Promieniotwórczość i magnetyzm ziemi¹⁾.

Odkrycie radu w 1898 r. wstrząsnęło naszą wiedzą i wiele teorii, które, zdawało się, są ostatecznie ustalone, zostały zakwestjonowane wskutek dziwnych, nieoczekiwanych własności radu. Do takich zakwestjonowanych teorii należy teoria powstawania gór fałdowych wskutek kurczenia się skorupy ziemskiej przez stopniowe stygnięcie rozpalonego wnętrza ziemi. Z badań nad promieniotwórczością skał wywnioskowano, że rad jest nadzwyczaj rozpowszechnionym pierwiastkiem i chociaż spotyka się w bardzo małych ilościach, to jednak ogólna masa radu na naszej planecie jest tak wielka, że wywiązywane z niego ciepło nie tylko pokrywa całkowicie rozchód ciepła uchodzącego z ziemi przez prąd geotermiczny, lecz pozostaje nadmiar ciepła, wskutek czego ziemia nie ostyga, a odwrotnie, rozgrzewa się. Ten zdumiewający wniosek znajduje się w jaskrawej sprzeczności z wielu ustalonymi faktami.

Przystąpmy do zbadania tej kwestji szczegółowiej. Określono, że rad znajduje się zarówno jak w skałach osadowych, tak i ognio-
wych przeciętnie około $5 \cdot 10^{-12}$ gramów na każdy gram skały. Mianowicie:

S k a ł a	Ilość gr radu na gr skały
Granit	$4,1 \cdot 10^{-12}$
Gneis	$5,7 \cdot 10^{-12}$
Sjenit	$6,8 \cdot 10^{-12}$
Ł Amazonki	$3,2 \cdot 10^{-12}$
Ł globigerynowy	$7,2 \cdot 10^{-12}$
Ł radjolarjowy	$36,7 \cdot 10^{-12}$
Glina czerwona głębinowa	$33,3 \cdot 10^{-12}$
Bazalt	$5, \cdot 10^{-12}$ i t. d.

To rozpowszechnienie radu w przyrodzie nie jest zrozumiałem z punktu widzenia mineralogicznego. Perjod istnienia radu jest 1780—2000 lat, a więc rad nie może być samoistnie rozproszony w skałach, lecz musi znajdować się jednocześnie ze swą macierzystą substancją, z której powstaje, t. j. z uranem. 1 gram uranu stale zawiera $3,4 \cdot 10^{-7}$ gr radu a więc macierzystej substancji t. j. uranu w skałach powinno być daleko więcej niż radu, a mianowicie od $\frac{1}{100.000}$ do $\frac{1}{10.000}$ części skał. A w takich ilościach

¹⁾ Rękopis znaleziony po śmierci autora. Ścisła data powstania i zamierzenia autora co do rękopisu nie są wiadome.

już można byłoby uran odkryć za pomocą spektroskopu (np. w ile globigerynowym), a tymczasem doświadczenie widmowe nie sprawdza tego obrachowania. Do tego dodać należy, że uran jest rzadkim pierwiastkiem i w bardziej znacznych ilościach jako ruda uranowa smolista [UO_2 , PbO , Th i t. d.] napotyka się tylko w Czechach (Jachimów), w Karolinie (St. Zjednoczone), w Norwegii i w rzadkich minerałach klewelicie, fergusonicie, monacycie i niektórych innych. Rzecz godna uwagi, że w byłym imperjum rosyjskiem, które obejmowało $\frac{1}{6}$ część lądów, specjalne poszukiwania rud uranowych dały nikłe rezultaty. Tak rzadki jest uran, a tymczasem według obliczeń na zasadzie radu, on powinien stanowić co najmniej $\frac{1}{100.000}$ część skorupy ziemskiej. Oto pierwsza wątpliwość co do zawartości radu w skorupie ziemskiej. Inne bardziej poważne wątpliwości nasuwają się, w sprawie radu, jeśli przyjmiemy pod uwagę skład powietrza i stan cieplny ziemi. Rad powstaje z uranu i ustawicznie wytwarza hel, mianowicie jeden gram radu daje w ciągu roku $0,14 \text{ cm}^3$ helu. Obliczmy, ile radu jest w kuli ziemskiej i ile ten rad musiałby wytworzyć helu. Jeżeli cała kula ziemska zawiera taki sam procent radu jak w skorupie ziemskiej ($5 \cdot 10^{-12}$ gr radu na każdy gram skały), to wówczas masa radu będzie $= 5 \times 10^{-12} \times 6 \times 10^{27} = 3 \cdot 10^{16}$ gram radu. Ponieważ każdy gram radu w ciągu roku wytwarza $0,14 \text{ cm}^3$ helu, to cała masa radu wytworzy $0,14 \times 3 \cdot 10^{16} \text{ cm}^3$ helu $= 4,2 \text{ km}^3$ helu t. j. bardzo znaczną ilość. Ponieważ nasza planeta istnieje wiele milionów lat, to przeprowadzając rachunek tylko dla 10,000.000 lat, znajdziemy ilość radu w atmosferze $= 42,000.000 \text{ km}^3$ helu, co stanowi 1,05% objętości atmosfery. Nic podobnego nie znajdujemy w atmosferze, a więc przypuszczenie, że rad znajduje się w kuli ziemskiej w takiejże ilości jak w litosferze, jest błędne.

Ten wniosek jest całkowicie poparty przez stan cieplny ziemi. Przy tej okazji chciałbym zwrócić uwagę czytelnika na różnicę między faktem a domysłem. Jeżeli geolog znajduje ząb mamuta, to dla niego będzie faktem, a nie domysłem, że niegdyś istniało zwierzę, które posiadało ząb znaleziony, gdyż w naturze zęby samorzutnie nie powstają. Również gdy petrograf napotyka skały ogniowe, bazalty, granity, trachity, lub obsydjan, to dla niego jest faktem, a nie domysłem, że te masy skalne były niegdyś w ogni-sto-ciekłym stanie i przez ostygnięcie zestaliły się.

A z czego składa się skorupa ziemska? — Ze skał ognio-

wych i osadowych. Jak wiadomo, skały osadowe — piasek, gliny, wapienie, zlepieńce, piaskowce, łupki gliniaste etc. nie są pierwotnymi utworami naszej planety, lecz powstają w znany nam sposób przez rozkład skał ogniowych — granitów, sjenitów, bazaltów etc. A więc możemy twierdzić, że skorupa ziemska składa się ze skał ogniowych i produktów ich rozkładu, t. j. masy skalne skorupy ziemskiej niegdyś były w ognisto-ciekłym stanie. Jest to fakt, a nie domysł. A więc masy skalne skorupy ziemskiej niegdyś były roztopione i później zestaliły się wskutek stygnięcia. Oczywiście nasza planeta ostygła, a wskutek tego musiała się kurczyć jej skorupa. Rzeczywiście ślady tego kurczenia się znajdujemy w postaci łańcuchów gór fałdowanych od najdawniejszych czasów do obecnej chwili. O szybkości oziębiania się ziemi możemy wnioskować na mocy prądu geotermicznego, idącego od rozpalonego wnętrza ziemi na zewnątrz: Ziemia traci na godzinę $54 \cdot 10^{15}$ małych kaloryj ciepła. Obliczmy teraz, jakie zmiany w stanie cieplnym ziemi wywołałaby masa radu $= 3 \cdot 10^{16}$ gr.

Każdy gram radu na godzinę wywiązuje 113 kaloryj ciepła, a więc całkowita masa radu wytworzy $113 \times 3 \cdot 10^{16} = 339 \cdot 10^{16}$ kal. na godzinę. Ta liczba jest 62 razy większa niż cyfra uchodzącego ciepła z ziemi ($54 \cdot 10^{15}$ kal. na godzinę). A więc rad nie tylko pokryłby całkowity rozchód ciepła, lecz spowodowałby szybkie rozgrzewanie się ziemi: ilość ciepła wytwarzanego przez rad byłaby dostateczna, aby w ciągu 377.000 lat roztopić całą skorupę ziemi. 377.000 lat stanowi okres czasu zaledwie jednej epoki geologicznej — pleistocenu albo czwartorzędu. Nic podobnego nie spotkało ziemi. A więc przypuszczenie, że rad znajduje się w całej kuli ziemskiej w tejże proporcji co i w skorupie ziemskiej, stoi w jaskrawej sprzeczności z ustalonymi faktami, a zatem jest nie do przyjęcia.

Zastanówmy się obecnie nad sprawą radu w skorupie ziemskiej, gdzie on powinien znajdować się w ilości ok. $5 \cdot 10^{-12}$ gr na każdy gram masy skał według określeń fizyków. Objętość skorupy ziemskiej $= 286 \cdot 10^{23}$ cm³, jej masa $= 2,6 \times 286 \cdot 10^{23} = 743,6 \cdot 10^{23}$, a masa radu w niej zawarta będzie $5 \cdot 10^{-12} \times 743,6 \cdot 10^{23} = 3718 \cdot 10^{11}$ gram. Ta masa radu będzie wytwarzała rocznie $0,14 \times 3718 \cdot 10^{11} = 537 \cdot 10^{11}$ cm³ helu $= 53.700.000$ m³ helu — ilość bardzo znaczną. Już po upływie 10.000.000 lat w powietrzu będzie znajdować się $53,7 \cdot 10^{13}$ m³ helu. Powierzchnia ziemi $= 510.000.000$ km² $= 51 \cdot 10^{13}$ m², a więc nad każdym metrem powierzchni ziemi będzie 1 m³

helu, co będzie stanowiło 0,013% objętości atmosfery, co dałoby się z łatwością wykryć. W rzeczywistości zatem niema radu w takiej ilości w litosferze, jak to podają badacze ciał promieniotwórczych. Również obecność $3718 \cdot 10^{11}$ gr radu w skorupie ziemskiej jest w sprzeczności z jej kurczeniem się, gdyż ta ilość radu wytwarzałaby na godzinę $113 \times 3718 \cdot 10^{11} = 42 \cdot 10^{15}$ kaloryj t. j. zrównoważyłaby stratę ciepła ziemi ($54 \cdot 10^{15}$ kal. na godz.), a zatem nie byłoby wcale kurczenia się skorupy ziemskiej, lub tylko bardzo powolne.

Cóż to ma znaczyć? Określono zawartość radu w skałach skorupy ziemskiej $5 \cdot 10^{-12}$ gr na każdy gram skały, a bezpośrednio fakty (jak skład powietrza i cieplny stan ziemi) przeczą temu twierdzeniu. W jakim sposób była określona zawartość radu w skałach.

Oczywiście ani metodą chemiczną, ani nawet zapomocą analizy widmowej (z powodu bardzo małych ilości radu), a tylko wynioskowano o obecności radu z radioaktywności skał. A metoda ta nie jest pewna, bo chociaż rad posiada wybitne własności promieniotwórcze, lecz nie każdą radioaktywność należy przypisywać temu pierwiastkowi. Kogut jest ptakiem, ale nie każdy ptak kogutem. Szczególniej należy być ostrożnym, gdy się wnioskuje o radioaktywności ciała zapomocą elektrometru, umieszczając badane ciało pomiędzy dwoma naelektryzowanymi płytkami i obserwując szybkość rozbrojenia tych płytek wskutek jonizacji powietrza przez badane ciało, gdyż jonizacja powietrza może być wywołana przez różne czynniki. Zwrócę jeszcze uwagę czytelnika na radioaktywne własności potasu, pierwiastka bardzo rozpowszechnionego w przyrodzie. Według określeń Clark'a i Vogt'a potas stanowi 2,5% wagi skorupy ziemskiej. Jego ilość zatem przewyższa ilość uranu conajmniej 25.000 razy (w rzeczywistości więcej niż 25.000 razy), a promieniotwórczość posiada 1000 razy słabszą, niż uran. Stąd wynika, że potas wywołuje 2,5 — 25 razy większą promieniotwórczość, niż uran, a zatem uran z jego pochodnymi pierwiastkami odgrywa tylko podrzędną rolę w sprawie promieniotwórczości ziemi.

Nic dziwnego, że wobec niezwykłych zdumiewających własności radu czyniono próby rozszerzenia zakresu jego działalności i na zjawiska kosmiczne. Jeżeli znajdujemy na słońcu hel, to stąd nie wynika, że tam musi być rad i uran. Niektóre gwiazdy zawierają olbrzymie masy helu. W widmie β , γ , δ , ϵ Oriona, Algola i innych

linje wodoru są zastąpione przez linje helu. Gdyby odpowiednio do helu, te gwiazdy zawierały ilość uranu i radu, to te pierwiastki niebawem byłyby wykryte przez analizę widmową. Hel jest jednym z materiałów, z których składają się atomy pierwiastków chemicznych. Przy powstaniu tych pierwiastków hel zużytkowuje się, a przy ich rozkładzie ponownie wydziela się. Rad i uran posiadają olbrzymie teoretyczne znaczenie, lecz będąc rzadkimi pierwiastkami i spotykającymi się w małych ilościach, nie mogą być zaliczone do pierwszorzędnych czynników przyrody, w rzeczywistości nie odgrywają tej roli w przyrodzie, jaka obecnie jest im przypisywana.

Cała sprawa promieniotwórczości ziemi przedstawi się nam w innym świetle, gdy zwrócimy uwagę na magnetyzm ziemi. Magnetyzm ziemi do najbliższych czasów pozostawał zagadką. W czym tkwi magnetyczny stan ziemi, jakie są jego przyczyny? To zagadnienie mogło być rozwiązane dopiero, gdy poznano naturę promieni α , β , γ ciał promieniotwórczych, promieni katodowych i warunki ich powstawania. Przytoczę wyniki swych doświadczeń w sprawie magnetyzmu ziemi, przeprowadzonych jeszcze w końcu ubiegłego stulecia i ogłoszonych drukiem w 1907 r.

1) Kula ziemiska nie jest magnesem trwałym, lecz elektromagnesem, ponieważ:

a) Nawet stalowe kulki z trudnością dają się namagnesować i źle zachowują indukowany magnetyzm.

b) Skorupa naszej planety składa się ze skał, jak piaskowce, wapienie, gliny, granity, gnejsy etc., które albo nie są zdolne zagęszczać linje sił magnetycznych i zachowywać je, albo posiadają tę własność w słabym stopniu, jak np. bazalty. Wnętrze zaś ziemi począwszy od głębokości 35 klm. posiada temperaturę wyższą od 800° C, przy której nawet żelazo względem sił magnetycznych zachowuje się tak, jak próżnia lub powietrze.

c) Stan magnetyczny ziemi ulega perjodycznym oscylacjom (w ciągu doby, pół roku, 11-letniego okresu etc.).

2) Aby wywołać istniejące rozmieszczenie linii magnetycznych na powierzchni ziemi za pomocą prądu elektrycznego, prąd ten powinien otaczać ziemię w kierunku równika i równoleżników i iść ze wschodu na zachód.

3) Ponieważ ziemia wiruje dookoła swej osi, a więc najprawdopodobniej wirujące materjalne cząstki unoszą masy elek-

tryczne i tym sposobem wywołują prądy elektryczne wzdłuż równika i równoleżników.

4) Gdzie się znajdują te masy elektryczne? Nie mogą to być masy dodatniej elektryczności, znajdujące się w górnych warstwach naszej atmosfery, gdyż w tym wypadku północny biegun magnetyczny kuli ziemskiej znajdowałby się w pobliżu północnego bieguna geograficznego, wskutek wirowania ziemi z zachodu na wschód.

5) A więc musi to być ujemna elektryczność. Powierzchnia ziemi posiada nabój ujemnej elektryczności, która wskutek wirowania ziemi, powinna dać jakościowo to rozmieszczenie sił magnetycznych, jakie istnieje na powierzchni ziemi, lecz ilościowo nabój elektryczny ziemi jest zupełnie niedostateczny. Rachunek wskazuje, że ten nabój mógłby wywołać tylko drobną część tego natężenia pola magnetycznego ziemi, jakie obserwuje się w rzeczywistości.

6) A więc należy przypuścić, że na niewielkiej głębokości od powierzchni ziemi, na jakich 40 klm, znajdują się potężne masy ujemnej elektryczności, wielokrotnie przewyższające elektryczny nabój ziemi. Jak wiadomo do głębokości 40 klm w skorupie ziemskiej znajdują się olbrzymie masy ciał dielektrycznych, jak kwarc, mika etc., lecz nie są one bezwzględnie izolatorami, a więc jest rzeczą zupełnie niezrozumiałą, w jaki sposób mogłyby skupić się olbrzymie masy ujemnej elektryczności i tam pozostać. Na tem urwały się moje dociekania. Obecnie możemy je przedłużyć.

Niema najmniejszej wątpliwości, że wewnątrz ziemi jest rozpalone w wysokim stopniu. O tem wymownie świadczą: geotermiczny gradient, gorące źródła, bijące z głębin, ognisto ciekłe masy law, wyrzucanych przez wulkany, posiadających temperaturę do 1500° C i t. d. Wskutek kurczenia się ziemi wywiązuje się olbrzymia ilość ciepła. Zmniejszenie promienia kuli ziemskiej tylko na 1 centymetr daje 86.10²¹ kal. małych. To ciepło rozgrzewa całą kulę ziemską, a ochładza się ziemia w swych zewnętrznych warstwach. Otóż dlatego temperatura wnętrza musi być wyższa, niż temperatura jej zewnętrznych części. Już na głębokości jakichś 60 klm temperatura magmy sięga 1500° C, a głębiej panuje temperatura jeszcze wyższa. Jednym słowem wewnątrz ziemi jest silnie rozpalone. A z fizyki wiadomo, że mocno rozpalone ciała wysyłają promienie katodowe, t. j. wyrzucają ujemne elek-

trony, które lecą z olbrzymią szybkością. Słońce, składające się z rozpalonych mas, też wyrzuca katodowe promienie. A więc rozpalone wnętrze ziemi również wyrzuca katodowe promienie, które jednak nie mogą swobodnie rozchodzić się w przestrzeni, gdyż na swej drodze napotykają powłokę z magmy i skorupę ziemską. Wskutek tego ujemna elektryczność musi zbierać się i nagromadzać się w wielkich ilościach na wewnętrznej stronie skorupy ziemskiej. Ponieważ ta skorupa, posiadająca olbrzymi nabój ujemnej elektryczności, wraz z całą ziemią wiruje dookoła osi ziemskiej z zachodu na wschód, to powstają prądy elektryczne wzdłuż równika i równoleżników, wywołujące pole magnetyczne ziemi. Natężenie tego pola zależy od wielkości naboju elektrycznego. Jeżeli ilość ujemnej elektryczności znajdującej się na wewnętrznej stronie litosfery (skorupy) oznaczymy przez Q , to natężenie prądu elektrycznego idącego wzdłuż równika i równoleżników będzie $\frac{Q}{84164}$ elektromagn. jednostek, ponieważ w ciągu doby czyli 84164 sek. ta elektryczność przejdzie przez przekrój południkowy ziemi. Ten prąd wytworzy pole magnetyczne z rozmieszczeniem linii sił, które będą biegły zgodnie z istniejącymi liniami sił magnetycznych ziemi. Według natężenia pola magnetycznego ziemi $H = 0,38$ możemy wnioskować o naboju elektrycznym wnętrza skorupy ziemskiej, stosując prawo cewek

$$H = \frac{4\pi \cdot N \cdot I}{l}$$

gdzie H = natężenie pola, N = liczba zwojów drutu izolowanego, I = natężenie prądu, l = długość cewki (solenoidu) w centymetrach.

W pierwszym przybliżeniu zastąpimy kulę ziemską walcem mającym średnicę jednakową z kulą i długość równą średnicy kuli. Pozdzielmy oś ziemi na centymetry i przeprowadźmy w każdym punkcie płaszczyznę pionową osi. Wówczas powierzchnia kuli ziemskiej będzie podzielona na $2R$ odcinków, boczne powierzchnie ich będą równe między sobą i będą wskutek tego zawierały tę samą ilość elektryczności, t. j. $\frac{Q}{2R}$. Ponieważ w ciągu doby każdy odcinek opisuje koło, to ilość elektryczności przechodzącej przez poprzeczny przekrój jego na sekundę będzie wynosić $\frac{Q}{2R \cdot 84164}$ — jest to natężenie prądu jednakowego w każdym odcinku. Ponieważ ilość odcinków $N = 2R$ a długość solenoidu $l = 2R$ więc $H = \frac{4\pi \cdot N \cdot I}{l} = \frac{4\pi \cdot 2R \cdot Q}{2R \cdot 2R \cdot 84164}$. Z tego wzoru możemy obliczyć R , ponieważ R i H są nam wiadome ($R = 6371 \cdot 10^5$ i $H =$

= 0,4), skąd $Q = 3487 \cdot 10^9$ elektromagn. jednostek = $3487 \cdot 10^{10}$ coulombów.

Gdyby grubość skorupy ziemskiej, jej skład petrograficzny i budowa były wszędzie jednakowe, to linje sił magnetycznych zlewałyby się w tych samych punktach. W rzeczywistości tak nie jest. Jak wiadomo, skorupa ziemska pod oceanami jest cieńsza o 15—16 klm. przeciętnie niż na terenach lądowych. Wskutek tego masy ujemnej elektryczności pod oceaniczną litosferą znajdują się bliżej powierzchni ziemi, niż to ma miejsce dla elektryczności pod lądową litosferą. Wskutek tego indukowane pole magnetyczne ziemi wogóle będzie posiadało większe natężenie nad oceanami, niż na powierzchni lądów. Rzeczywiście natężenie pola magnetycznego w zachodniej, oceanicznej półkuli jest większe, niż we wschodniej lądowej, mianowicie pierwsze odnosi się do drugiego jak 4:3. Skład i budowa litosfery również mają wpływ na przebieg linii magnetycznych, gdyż różne skały posiadają niejednakową zdolność zgęszczenia linii magnetycznych. Wskutek tego posiadają one wybitne piętno tektoniki danego terenu.

Reasumując to wszystko możemy powiedzieć, że źródło magnetyzmu ziemskiego tkwi w katodowych promieniach, wychodzących z rozpalonego wnętrza ziemi. Lecz to źródło nie jest jedynym, gdyż i słońce posyła na ziemię promienie katodowe, a stąd wpływ jego na magnetyczny stan ziemi. Te promienie potęgują stan magnetyczny ziemi. Stąd oscylacje strzałki magnetycznej w ciągu doby, pór roku i t. p. Nawet związek między plamami na słońcu i magnetycznym stanem ziemi, wykryty przez Wolfa, i tak dziwny na pierwszy rzut oka, z tego punktu widzenia jest zrozumiałym. Plamy słoneczne obficie wyrzucają katodowe promienie i wskutek tego wzmagają natężenie pola magnetycznego ziemi. Bilans ciepła na powierzchni ziemi jest zależny od promieni słonecznych, a wpływ ciepła wnętrza ziemi odgrywa zupełnie podrzędną rolę w tym wypadku. Odwrotnie — w sprawie magnetyzmu ziemskiego, głównym czynnikiem są promienie katodowe wnętrza ziemi, a promienie katodowe słońca tylko modyfikują nieznacznie stan magnetyczny ziemi. Chciałbym zwrócić uwagę czytelnika, że, podając objaśnienie magnetyzmu ziemi, nie posługuję się żadną hipotezą. Mógłbym powtórzyć słowa Newtona „Hypotheses non fingo“, a tylko zestawiam znane nam fakty.

1) Faktem jest, że wewnątrz ziemi jest mocno rozpalone.

2) Faktem jest, że rozpalone ciała wyrzucają katodowe promienie.

- 3) Więc jądro ziemi musi wyrzucać promienie katodowe.
- 4) Faktem jest, że ziemia posiada skorupę ziemską, która nie pozwala promieniom katodowym swobodnie rozchodzić się w przestrzeni, wskutek czego ujemna elektryczność musi nagromadzać się na wewnętrznej stronie skorupy ziemskiej.
- 5) Faktem jest, że ziemia wiruje dookoła swej osi, a zatem unosi masy ujemnej elektryczności z zachodu na wschód co wywołuje prądy elektryczne wzdłuż równika i równoleżników, a wskutek tego indukuje pole magnetyczne ziemi etc.

Olbrzymie masy ujemnej elektryczności, skupionej na wewnętrznej stronie litosfery, nie tylko wytwarzają magnetyczne pole ziemi, lecz i wywołują cały szereg zjawisk innego rodzaju.

Chociaż skorupa ziemska zawiera potężne masy dielektryków w postaci kwarcu, miki i innych minerałów, lecz ciała stałe nie są bezwzględnie izolatorami, wskutek czego ujemna elektryczność przesącza się bardzo powoli z wewnętrznej strony litosfery na zewnętrzną. Tej okoliczności powierzchnia ziemi zawdzięcza swój nabój elektryczny (ujemny). Nie zważając na ustawiczny rozchód elektryczności podczas burz, każde uderzenie piorunu pochłania od 1 do 100 coulombów elektryczności, ziemia stale zachowuje swój nabój. Potok ujemnych elektronów, idący przez litosferę, napaja ją elektrycznością. Otóż dlatego właśnie i powietrze wydobywające się z głębi ziemi (ze świeżo wykopanych studni, lochów, piwnic etc.) jest zjonizowane. I źródła, bijące z wielkich głębin i skały ogniowe i skały osadowe ujawniają promieniotwórcze własności. Tylko te minerały, które są doskonałymi dielektrykami, jako to, czysty kwarc, beryl lub rutyl, nie wykazują promieniotwórczości. Same określenia ilości radu (ściślej mówiąc, stopnia promieniotwórczości) w skałach stają się zrozumiałymi. Porównajmy np. zawartość „radu“ w iltach. Jeżeli ilość radu (promieniotwórczość) w iltach rzecznych oznaczymy przez 1, to w ile globigerynowym jego będzie 2,3, w ile czerwonym głębinowym 9, w radjolarjowym 10. Dlaczego „rad“ wykazuje takie szczególne upodobanie do gliny czerwonej i iltu radjolarjowego? Wnet to stanie się nam zrozumiałem, gdy przyjmiemy pod uwagę, że ilt rzeczny leży o 20 klm. dalej od wnętrza lito-

sfery niż ił radjolarjowy, t. j. od źródła ujemnej elektryczności. Być może, same pierwiastki promieniotwórcze powstają na wewnętrznej stronie litosfery, gdzie panuje ogromne ciśnienie elektronów ujemnych. W tych szczególnych warunkach do niektórych materialnych atomów mogą przyłączać się ujemne elektrony i, kiedy taki atom zostanie przeniesiony do wyższych poziomów litosfery, gdzie już nie ma takiego ciśnienia, to budowa atomu okaże się nietrwałą i on będzie rozkładał się, wyrzucając dołączone ujemne elektrony t. j. promienie katodowe. W każdym razie olbrzymie skupienia ujemnej elektryczności na wewnętrznej stronie litosfery musi odgrywać wybitną rolę w sprawie promieniotwórczości ziemi.

Chociaż potas posiada tysiąc razy słabszą promieniotwórczość od uranu, lecz ilość potasu w skałach jest bardzo znaczna. Obrachujmy, jaką promieniotwórczość musiałaby wywołać ten pierwiastek w skałach. 1 gram uranu jest równoważnikiem pod względem promieniotwórczości $3,4 \cdot 10^{-7}$ radu. A więc 1 gr potasu będzie równoważnikiem $\frac{3,4 \cdot 10^{-7}}{1000} = 3,4 \cdot 10^{-10}$ radu. Ponieważ w 1 gramie skał według Vogt'a i Clark'a, zawiera się przeciętno $\frac{2,5}{100}$ gr potasu, to promieniotwórczość 1 gr skał = promieniotwórczości $\frac{3,4 \cdot 10^{-10} \cdot 2,5}{100} = 8,5 \cdot 10^{-12}$ gr radu. W rzeczywistości zaś przeciętna promieniotwórczość 1 gr skał odpowiada zawartości w nim $5 \cdot 10^{-12}$ gr radu. Stąd wynika, że promieniotwórczość potasu, zawierającego się w skałach, musiałaby wywołać dwa razy większą radioaktywność skał, niż to obserwuje się bezpośrednio. Oczywista, że promieniotwórczość potasu jest oszacowana zbyt wysoko. Oprócz tego, porównywując promieniotwórczość różnych skał, np. granitu i iłu radjolarjowego, znajdujemy, że ta własność skał jest niezależną od ilości, zawierającego się w nich potasu. Wszystko to wskazuje, jak chwiejne są podstawy do wnioskowania o ilości tego lub innego pierwiastku na zasadzie jego promieniotwórczości.
