



TYGODNIK POPULARNY, POŚWIĘCONY NAUKOM PRZYRODNICZYM.

PRENUMERATA „WSZECCHŚWIATA“.

W Warszawie: rocznie rb. 8, kwartalnie rb. 2.
Z przesyłką pocztową rocznie rb. 10, półr. rb. 5.

PRENUMEROWAĆ MOŻNA:

W Redakcyi „Wszecchświata“ i we wszystkich księgar-
niach w kraju i za granicą.

Redaktor „Wszecchświata“ przyjmuje ze sprawami redakcyjnymi codziennie od godziny
6 do 8 wieczorem w lokalu redakcyi.

Adres Redakcyi: KRUCZA Nr. 32. Telefonu 83-14.

EDWARD SUESS.

O ŻYCIU¹⁾.

W dziele p. t. „Oblicze ziemi“ stara-
łem się w ciągu szeregu lat dać zarys
budowy naszej planety. Ostatni rozdział
dzieła mówi o tem, w jaki sposób życie
organiczne dostosowuje się do budowy
ziemi. W obecnym odczycie podam tyl-
ko ogólną treść tego rozdziału. Nie bę-
dę się tu zastanawiał nad wartością ogól-
nej nauki o zmienności istot, czy to
w myśl wywodów Darwina, czy Lamar-
cka. Związek genetyczny wszystkich
istot żyjących jest ideą zasadniczą, bez
której nie są możliwe mojem zdaniem
takie rozważania jak te, które następują.

Jak astronom nie zacznie swej pracy
od dowodzenia prawdziwości teorii Ko-
pernika, tak też i ja nie jestem obowią-
zany rozwodzić się nad zagadnieniami
zmienności.

Jest jeszcze inny wzgląd, który mnie
uwalnia od dyskusyi na ten temat. Wszy-
stkie studia w tym kierunku dążą do
tego, aby szukać szeregów rozwojowych,
czyli systemu naturalnego. Są to rzeczy,
którymi się nie zajmuję. Sławny Roki-
tański, jeden z założycieli anatomii pato-
logicznej, badał przez długie lata zwłoki
umarłych w Wiedniu. Widział tysiące
trupów młodzieńców i starców, a gdy
w r. 1869 zawezwała go Akademia, by
wypowiedział swe spostrzeżenia na tym
materiale poczynione, wtedy nie użył
słowa „wspólne pochodzenie“, lecz mówił
o „solidarności“ wszystkich istot żywych.
Dla niego życie wszelkie było jednym
pojęciem. Widział te same zjawiska po-
wtarzające się w różnych odcieniach
u wszystkich istot żywych, a więc ro-
dzenie się, odżywianie, rozmnażanie
i śmierć i dlatego też całe życie uważał
za jedność. To jest zasadnicze pojęcie,
od którego możemy wytworzyć sobie dal-
sze, t. j. pojęcie „biosfery“ czyli ogółu

¹⁾ Odczyt wygłoszony przez nestora geolo-
gów na posiedzeniu wiedeńskiego Towarzystwa
geologicznego dnia 20 marca r. b. Odczyt ten
ogłoszono drukiem w „Mitteilungen der geol.
Gesellschaft in Wien“ za rok bieżący, zeszyt 2.
Treść odczytu podaję w prawie dosłownem tłu-
maczeniu W. Fr.

istot żywych, ograniczonych w przestrzeni, które żyją na skalnym zrębie naszej planety.

Są one ograniczone w przestrzeni, ale także i w czasie. Nikt nie wątpi, że życie niegdyś miało początek, ale też nikt wątpić nie może, że kiedyś się skończy. Nie koniecznie katastrofa będzie tego przyczyną. Po zastanowieniu się nie trudno przyznać, że kiedyś nadejdzie czas, kiedy nasza planeta dozna tego samego losu, któremu uległ już księżyc i Merkury. Jej stanowisko względem słońca będzie kiedyś inne. Jest też możliwem, że planety same kryją w sobie siły, które są niebezpieczne dla istot żywych, a o tem pomówimy jeszcze w końcu naszego wykładu.

Zwróćmy się teraz ku istotom żywym i przejrzyjmy mnogość osobników w najrozmaitszych gatunkach. Oprócz układu naturalnego istnieją dla nas jeszcze inne sposoby podziału. Możemy np. wyróżnić jedności gospodarcze. Jest rzeczą jasną, że dla zwierząt mięsożernych roślinożerne są koniecznie potrzebne, a rośliny dla roślinożernych, że istoty żywiące się owadami są zależne od owadów, również rośliny od owadów, owady od roślin. Jedności gospodarcze nazwałem na innem miejscu „jednościami ekonomicznymi”. Amerykanie mówią o „jednościach harmonicznych” i z reguły widzimy wszędzie całość harmoniczną, jak w państwie uporządkowanem. Są jednakowoż także stosunki nie harmoniczne np. na wyspach oceanów, na których muszą żyć dalej gatunki przyniesione przez prądy morskie, chociaż nie należą do całości harmonicznej.

Już ten pierwszy rzut oka na biosferę prowadzi do bardzo ważnego wniosku. Jest rzeczą znaną, że długi czas w geologii panowała teoria lądów podniesionych. Sławny zoolog Wallace wypowiedział zdanie, że wyspy wynurzyły się z mórz. Skoro jednakowoż znaleziono np. na Borneo dobrze wykształconą, harmoniczną faunę, która jest pokrewna faunom lądów okolicznych, skoro na tejże wyspie znaleziono ryby słodkowodne, które żyją również na lądach przyległych,

skoro fauna indyjska żyje na Ceylonie, a na Madagaskarze występuje objaw podobny, skoro mała wyspa Lord Howe, leżąca daleko na otwartym oceanie, mimo małych wymiarów, zawiera szczątki wielkich gadów, to już nie ulega wątpliwości, że nie wyspy podniosły się z dna oceanów, lecz że przeciwnie ocean się zapadł, że więc wyspy są resztkami lądów tworzących dawniej jedną całość, czego zresztą budowa geologiczna dowodzi najwyraźniej.

Budowa ta dowodzi jednakowoż nadto, że jest zasadnicza różnica pomiędzy wybrzeżami oceanu Atlantyckiego a Spokojnego. Wszystkie wybrzeża Pacyfiku od przylądka Horn do ujścia Gangesu cechuje obecność gór łańcuchowych, czyli inaczej mówiąc ocean Spokojny jest otoczony pasmami górskimi, zarys jego pozostaje więc w związku z budową geologiczną. Na oceanie Atlantyckim panują całkiem odmienne warunki. Brzeg tego oceanu biegnie naprzek pasm górskich, tak jest u wybrzeży Europy zachodniej, Afryki, Brazylii i Indyj. Przeważnie są tu wielkie płaskowzgórza, a z wyjątkiem trzech pasm górskich, które wskazują przedłużenie typu pacyficznego, pasma górskie nigdzie nie otaczają oceanu Atlantyckiego. Temi trzema pasmami są: Antyle, Południowa Szetlandya i Gibraltar. Wszystkie inne brzegi Atlantyku są brzegami zapadnięć biegnących skośnie do kierunku warstw.

Okazuje się nadto, że owe zapadania trwały długo jeszcze; w tej mierze licznych dowodów dostarcza geografia roślin i zwierząt. W związku z tem pozostaje fakt inny niepomierne znaczenia dla istot żyjących. Oto ocean Atlantycki (łącznie z Indyjskim) otrzymuje daleko więcej dopływów niż ocean Spokojny, ponieważ łańcuchy górskie tamują dostęp do oceanu Spokojnego. Rzeki indyjskie, europejskie i afrykańskie wpadają prawie wszystkie do Atlantyku; generał rosyjski Tillo zwrócił uwagę na ten fakt znamienny. Bardzo wiele rzek wpada do oceanu Północnego, ale bardzo nieliczne rzeki wpadają do Spokojnego.

Opuszczamy te zagadnienia i zwracamy się do innych.

Powiedzieliśmy przedtem, że istoty żyjące można podzielić wedle grup tworzących całości ekonomiczne. Można je jednakowoż także podzielić wedle siedzib, można więc wyróżnić zwierzęta lądowe, słodkowodne i morskie, także i półślone. Ten podział jest bardzo ważny ze względu na chorograficzny kierunek badań. Nie trzeba wcale przypominać, że liczne grupy zwierząt znajdujemy zarówno w wodzie morskiej, jak i słodkiej, także na lądzie stałym; najciekawsze są te właśnie, niejako przejściowe formy. Wielokrotnie już zaznaczano, a potwierdzają to i studia w tym kierunku czynione, że początku życia należy szukać u wybrzeży mórz. Są to właśnie te miejsca ziemi, gdzie warunki życia są najrozmaitsze. Chun przyjmuje, że promienie świetlne dochodzą w morzu do głębokości 400 m. U wybrzeży panują zmienne warunki naświetlenia, przypływ i odpływ morza, tu powstają liczne zmiany spowodowane przez burze, jasną jest zresztą rzeczą, że wszystkie ruchy pionowe najpierw dają się odczuć u brzegów. Od brzegów więc dąży życie ku wodom słodkim i ku lądowi, od brzegów też zstępuje do głębi mórz.

Dążenie ku lądowi stałemu, a więc zjawisko, które Bronn już przed laty nazywał „terripetalnem“, widzimy u ryb morskich, które dla złożenia ikry opuszczają swą słoną ojczyznę. Zmieniają się one zwolna, niejako krok za krokiem, aż wreszcie wytworzyły się ryby oddychające płucami. Jest rzeczą szczególną, że płuca nie powstały przez przemianę skrzel, lecz jako organy samoistne i że są zwierzęta, np. niektóre żaby, które mogą równocześnie oddychać płucami i skrzelami. Wytworzył się tu organ dla nowych warunków potrzebny, a widzimy w tej mierze całkiem oryginalne zjawisko, że wykształcił się on zarówno u ssaków, jak u ryb, gadów, a nawet u ślimaków. To samo zjawisko powstało więc w najrozmaitszych działach zwierząt.

Podobne znaczenie mają oczy dla fauny głębinowej. Dawniej sądzono, że

w znacznych głębokościach zachowały się bardzo dawne gatunki zwierząt. Neumayr był pierwszym, który sprzeciwił się temu zdaniu, a teraz przypuszczają, że właściwe ryby głębinowe żyły dopiero od peryodu kredowego. Wytworzenie się organów świetlnych dowodzi najlepiej, że istniała wędrówka zwierząt ku głębinom. Nie chcę zastanawiać się nad pytaniem, czy te organy są istotnie oczami. Są one u ryb i u głowonogich, a nawet między skrzelami małży; w nowszych czasach znaleziono ich ślady u zw. ssących. I tutaj wytworzył się również ten sam organ u różnych gromad zwierząt, a zjawisko to można zrozumieć tylko wtedy, jeżeli życie pojmujemy jako całość. Wówczas widzimy, że zwierzęta różnych gromad mogą wytworzyć te same narządy.

Do tych rozważań dołącza się jeszcze inny moment, że zwierzęta lądowe, słodkowodne i morskie w różny sposób ulegają działaniu warunków zewnętrznych. Paleontologia ulegnie bardzo ważnym zmianom, skoro zbada dzieje zwierząt, rozpatrując je wedle miejsc zamieszkania. Dzieje zwierząt lądowych, morskich i słodkowodnych nie są te same. Aby to wykazać, użyję przykładu, a nie trzeba wcale uciekać się do czasów zbyt odległych, lecz można zacząć od czasów obecnych, a co najwyżej dołączyć jeszcze peryod trzeciorzędowy.

Rozpatrując trzeciorzędową faunę zwierząt ssących, które przechowały się w tak znakomity sposób w okolicy Wiednia, nie widzimy tego wcale, aby zwierzęta zmieniały się ustawicznie, coby dobór naturalny musiał sprowadzić, gdyby on jedynie działał. Zjawia się ekonomiczna całość—fauna pewna; ona znika, powstaje druga, trzecia, zawsze całkiem nowa fauna; rzecz trudna do uwierzenia, a przecież prawdziwa. Przyjmowano wielkie wędrówki, aby rzecz tę wytłumaczyć; prawdopodobnie słusznie, chociaż założenie to nie jest utrwalone przez całkiem pewne wyznaczenie miejsc wyjścia dla tych wędrówek.

Jasnym przykładem jest historia morza Kaspijskiego. Zaczynam od pierw-

szego piętra śródziemnomorskiego, którego osady niewydzwignięte leżą u brzegu pozaalpejskiego zagłębia wiedeńskiego w południowo-wschodniej części masywu czeskiego. Piętro to można śledzić aż do Persyi, a faunę jego cechują wielkie zwierzęta świniowate (*Brachyodus*) i mastodon. W tem piętrze, o ile je poznano, *Brachyodus* znajduje się od Portugalii aż do Beludżystanu.

Następuje zacieśnienie się i chwilowe zamknięcie morza — osadza się poziom zawierający sól i gips. Zaczyna się on w Bawaryi, a poznano go w wielu miejscach aż do Hormuzdu nad zatoką Perską. Tak wielkie zamknięte morze jest czemś nadzwyczajnem, jeżeli się jednakowoż rozważy, jak wielkie skutki spowodowałyby zamknięcie cieśniny Gibraltarskiej, będzie nam łatwiej zrozumieć ten stan rzeczy. To ścieśnienie morza było pierwszym z tych, które sprawiły powolne skurczenie się morza Kaspijskiego.

Następuje teraz drugie piętro śródziemnomorskie; fauna lądowa jest znacznie bogatsza. Fraas w Stuttgarcie, a następnie Pelzeln w Wiedniu udowodnili, że ówczesna fauna lądowa jest podobna do dzisiejszej fauny malajskiej. Taką samą malajską faunę znajdujemy w Europie południowej, Afryce północnej i nad Indusem.

Następuje drugie zwięźenie się morza i widoczne zubożenie fauny; jest to piętro sarmackie. Fauna sarmacka sięga od Ober Hollabrun w Austrii Dolnej aż do ruin Troi, a ku wschodowi aż poza jezioro Aralskie. Jest ona uboższa od śródziemnomorskiej. Obszar morza zmniejszył się znacznie, a owemu znacznemu zmniejszeniu się obszaru morza i ustąpieniu fauny śródziemnomorskiej z Europy środkowej nie towarzyszy widoczna zmiana form lądowych. Fauna malajska przeżyła te wielkie przewroty.

Później poziom mórz opadł znacznie. Jeziora słone zastępują miejsce zubożonego morza sarmackiego; pojawia się całkiem nowa fauna lądowa o charakterze afrykańskim, lecz i ona sięga od Portugalii aż poza ocean Indyjski i Nil. Wszę-

dzie można śledzić ten sam poziom: Mastodon, *Dinotherium*, wielkie koty drapieżne, antylopy, żyrafy, nawet protoplasta gatunku *Orycteropus* z kraju Przyłaskowego pojawia się aż po Grecję i Persję. Zwięźenie morza postępuje dalej; żyją dalsze jeszcze fauny o charakterze afrykańskim, a widzimy je nawet w peryodach międzylodowych, lecz wówczas ukazał się już i człowiek.

Tłum. W. Fr.

(Dok. nast.).

SZKIC AUTOBIOGRAFICZNY

SIR WILLIAMA RAMSAYA.

(Ciąg dalszy).

W marcu 1880 roku ubiegałem się z powodzeniem o katedrę chemii w University College w Bristolu, wolną po usunięciu się prof. Lettsa, który z kolei został następcą d-ra Andrews, sławionego przez badania nad ozonem i punktami krytycznymi. Przypuszczam, że przyrzeczono mi to stanowisko dlatego, że umiałem czytać po holendersku. Okazało się bowiem, że spodziewano się po mnie, że złożę wizyty wstępne wyborcom, tworzącym radę zarządzającą kolegium. Rada zarządzająca składała się z wybitnych mężów Bristolu duchownych, lekarzy, przemysłowców i kupców. Między innymi odwiedziłem starego duchownego, znanego z tego, że z uznaniem wielkiem pracował w komisji wyznaczonej do rewizyi przekładu biblii. Jeden z listów polecających mnie, był pisany po holendersku, ponieważ pochodził od prof. Gunninga, z którym parę lat przedtem poznałem się we Francyi; duchowny ów zapytał mnie, czy znam ten język. Musiałem wyznać, że mogłem go odcyfrować, wówczas przyniósł mi parę dokumentów teologicznych, prosząc, abym je przetłumaczył. Zrobiłem to nie bez trudności. Na wyborach miałem jeden głos w większości, a jakkolwiek nie mam pozytywnego dowodu, najzupełniej jestem

przekonany, że głos rozstrzygający zawdzięczać właśnie jemu.

W Bristolu prowadziłem dalej pracę nad objętościami cząsteczkowymi cieczy, a chcąc naturalnie wiedzieć, czy odkryte przez Koppa proste stosunki trwają również, kiedy się bierze punkty wrzenia pod wyższem ciśnieniem, rozpocząłem doświadczenia z cieczami w rurach zatopionych, jak to czynił Cagnard Latour. Aby otrzymać stałe, o ile można, temperatury, rury umieszczano w zagłębieniu grubego, pochyło ustawionego, bałwanka miedzi, nakrytego szklaną płytką i ogrzewanego z dołu. Skutkiem dobrego przewodnictwa ciepła, jakim się miedź odznacza, grubość bałwanka zapewniała jednostajne temperatury i jednocześnie zabezpieczała na wypadek wybuchu. Rury napelniano różnemi cieczami nie w jednakowej mierze i oznaczano zmiany objętości w różnych temperaturach. To zestawienie zastąpiono jednak wkrótce przez przyrząd Andrews'a. Tu największą trudność sprawiały uszczelnienia; przewzięczono ją jednak, ściskając cylindry gumowe, przez które przechodziły rury, zapomocą pokryw stalowych. Ulepszenie tego przyrządu zabrało półtora roku; tymczasem oznaczyłem z moim asystentem Orme Massonem objętości cząsteczkowe siarki, fosforu, sodu i znaleźliśmy, że nasze wartości zupełnie dobrze zgadzają się z temi, jakie obliczyli H. Kopp, Lossen i Thorpe ze związków tych pierwiastków.

Po roku pobytu mego w Bristolu, profesor ekonomii politycznej Alfred Marshall, dyrektor kolegium, musiał opuścić swe stanowisko z powodu złego stanu zdrowia. Ja się ożeniłem w jesieni 1881 roku i moja żona i ja musieliśmy podróż poślubną przedłużyć poza zamierzone jej trwanie, ponieważ słyszałem, że miano mnie na widoku na następcę Marshalla, jako dyrektora, a nie chciałem wracać do Bristolu przed zakończeniem tej sprawy. W końcu września otrzymałem wiadomość, że zostałem wybrany i objąłem moje podwójne obowiązki w październiku 1881 r. Wskutek tego utrudnione zostało naturalnie badanie doświadczalne,

a rzeczy się nie polepszyły przez to, że miałem się zająć budową nowego laboratorium. Oprócz tego jeszcze obarczono mnie szczególnym ciężarem wykładania w kilku sąsiednich miastach co tydzień chemii farbiarskiej i sukienniczej.

Stało się to dlatego, że „stary i pobożny“ cech sukienników w Londynie właśnie ufundował katedrę chemiczną i podał za warunek urządzenie takich wykładów. Pozatem, musiałem jeszcze dwa razy tygodniowo mieć wykłady wieczorne, tak, że w sumie praca w Bristolu nie tylko była trudna, ale i nieprzyjemna pod niektórymi względami. Po paru latach sukiennicy cofnęli swój warunek i ku wielkiej mojej uldze ustały owe wykłady.

W jesieni 1882 r. Sidney Young został moim asystentem. Nasza pierwsza wspólna praca dotyczyła „gorącego lodu“. W czasopiśmie „Nature“ utrzymywano, że możliwem jest podniesienie temperatury lodu powyżej 0° przez ogrzewanie go z zewnątrz, jeśli się kulkę termometru otoczy lodem i umieści w naczyniu, z którego częściowo usunięto powietrze. Wydawało się to nieprawdopodobnem, skoro jednak wykonaliśmy doświadczenie, okazało się, że temperatura lodu zależna jest od ciśnienia panującego w naczyniu. Stąd rozwinął się sposób oznaczania ciśnienia pary lodowej w różnych temperaturach. Wykonano tedy szereg doświadczeń, a ustawiwszy przyrząd bliźniaczy, zawierający z jednej strony termometr z kulką owiniętą zwilżoną watą, a z drugiej strony podobny termometr, którego kulka miała powłokę lodową, mogliśmy, zmniejszając ciśnienie, robić oznaczenia porównawcze temperatury parowania lodu i zimnej wody pod jednakowem ciśnieniem. Pierwsza była zwykle wyższa od ostatniej i w ten sposób została stwierdzona przepowiednia Jakóba Thomsona. Przy tej sposobności wynaleziono też metodę zabezpieczania termometru ogrzewanego parą od przegrzania. Skoro się kulkę termometru owinie watą lub azbestem, otrzymuje się prawdziwe temperatury wrzenia cieczy podczas frakcyonowania. Poprowadziło to

do doświadczeń z innemi ciałami, jak kwas octowy, kamfora, brom, jod i t. d., przyczem otrzymano wyniki podobnego charakteru i linie ciśnienia pary tych ciał w stanie stałym i ciekłym.

Stąd krok już tylko był do badania nad zachowaniem się ciał dysocjujących się, jak paraaldehyd, wodzian chloralu, kw. bursztynowy i t. d. Wyznaczając krzywą ciśnienia salmiaku, stwierdzono dziwny fakt, że zupełnie suchy kwas solny nie łączy się z zupełnie suchym amoniakiem. Następnie Brereton Baker z wielkiem powodzeniem zajmował się tym przedmiotem.

Zanim opuściłem Glasgow, złożyłem tamtejszemu towarzystwu filozoficznemu rozprawę, w której dowiodłem, że pomiędzy ciepłem parowania cieczy a zwiększeniem się jej objętości podczas przejścia w stan pary istnieje prawie stały stosunek. Został on tymczasem niezależnie odkryty przez Troutona i znany jest jako reguła jego imienia. Przez porównanie ilorazu różniczki ciśnienia przez różniczkę temperatury dla ciał przez nas badanych Young znalazł prosty stosunek krzywych różniczkowych. W równaniu

$$\frac{L}{S_2 - S_1} = \frac{dp}{dT} \cdot \frac{T}{I}$$

istnieje stosunek pomiędzy ciepłem parowania L , różnicą objętości cieczy i gazu, zmianą temperaturową ciśnienia dp/dT , a temperaturą absolutną T , przyczem I oznacza współczynnik zamiany ciepła na pracę. Okazało się, że dla jednakowych zwiększeń ciśnienia stosunek temperatur absolutnych dla dwu cieczy jest funkcją linearną; stąd wynika możliwość obliczenia całej linii ciśnienia pary danego ciała na podstawie oznaczenia dwu stosunków ciśnienia do temperatury. Dowiedzione zostało, że stosunek ten istnieje, zarówno dla ciał dysocjujących się jak i dla niedysocjujących się i okazał się on ściśłym w takich krańcowościach, że można było porównywać ze sobą siarkę o punkcie wrzenia 446° z tlenem, którego punkt wrzenia leży w $-182,5$. Reguła „Ram-saya i Younga“ była też stosowana do obliczania ciśnienia pary rtęciowej w niskich temperaturach.

Cundall i ja przekonaliśmy się w ciągu naszych badań na tlenku azotu, że gazowy trójtlenek azotu, praktycznie, nie istnieje.

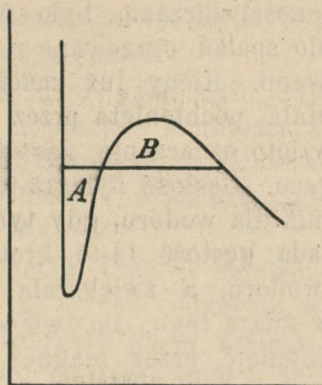
Cundall prowadził w dalszym ciągu te badania, oznaczając stopień dysocjacji nadtlenu azotu w stanie ciekłym, a ja dodam tu już wyniki w późniejszych, londyńskich czasach przedsięwziętej pracy, z zachowaniem metody oznaczania punktów marznięcia, z której się okazało, że wzór dla ciekłego trójtlenku azotu rzeczywiście jest N_2O_3 .

Gdy te różne doświadczenia były w biegu, ukończono też aparat do ciśnień, i razem z Youngem zabraliśmy się do badania nad zachowaniem się różnych cieczy w bardzo wysokich temperaturach, pod bardzo wysokimi ciśnieniami. Badaliśmy alkohole metylowy, etylowy i propylowy, kwas octowy, benzol i niektóre inne ciecze i wykazaliśmy, że w razie stałej objętości pomiędzy temperaturą a ciśnieniem zachodzi prosty stosunek linearny, zarówno dla gazów jak wysoko ogrzanych cieczy, jak to wreszcie wynika z równania van der Waalsa. To ostatnie brzmi $p = \frac{RT}{v - \beta} - \frac{a}{v^2}$; oznaczy-

wszy $\frac{R}{v - \beta}$ przez b , a a/v^2 przez a , otrzymamy $p = bT - a$. Równanie to pozwoliło na ekstrapolację naszych pomiarów i na wykreślenie krzywych, wyrażających nieprzerwane przejście ze stanu ciekłego do gazowego we wszelkich temperaturach poniżej punktu krytycznego. W ten sposób, możliwem było doświadczalnie dowieść, że powierzchnia, zawarta pomiędzy linią ciśnień pary a ponad nią leżącą częścią krzywej ciśnień—objętości, równa się powierzchni, ograniczonej linią ciśnień pary i częścią krzywej, poniżej niej leżącą. Jeśli w rysunku poniższym rzędne p odpowiadają ciśnieniom, a odcięte v objętościom, to powierzchnie A i B są sobie równe. I tu tedy przepowiednia Jakóba Thomsona mogła być doświadczalnie sprawdzona.

W 1887 r. powołany zostałem na katedrę chemii do University College w Londynie, wakującą po wstąpieniu Aleksan-

dra Williamsona (wsławionego badaniami nad eterami mieszanymi). Kolegium to



było założone w 1827 r. i pierwszym profesorem był Tomasz Turner, autor znanego podręcznika. Po Turnerze był Graham i podczas piastowania przezeń głównej profesury, Williamson został profesorem chemii stosowanej. Po zajęciu przez Grahama ważnego stanowiska na czele mennicy Williamson objął główną profesurę, a Fownes zajął jego miejsce. Po śmierci Fownesa usamodzielniono profesurę chemii stosowanej i w chwili objęcia przeze mnie urzędu, piastowali ją znany specjalista w dziedzinie piwowarstwa Karol Graham. Odczuwałem wielki zaszczyt, będąc powołanym na następcę tak sławnych mężów.

Przystąpiwszy znowu do pracy, wykonałem pomiary nad zachowaniem się termicznym wody w wysokich temperaturach, przyczem posługiwałem się zieloną rurą wodowskazową, ciesząc się opinią oporności na działanie wody w wysokich temperaturach. Została ona jednak mocno nagryziona, kiedy wykonywano pomiary ciśnienia i objętości w najwyższej temperaturze 280°.

Była to ostatnia wspólna praca, jaką wykonałem z Youngem; on ze swej strony dalej te badania prowadził i wzbogacił bardzo nasze wiadomości badaniami nad zachowaniem się wielu czystych cieczy w temperaturach wysokich.

Kiedy przeczytałem znaną rozprawę van't Hoffa w pierwszym tomie niedawno przedtem przez Ostwalda założonego Czasopisma chemii fizycznej, byłem pod

wielkiem wrażeniem jej trafności i przetłumaczyłem ją na angielski. Przekład ogłoszony był w „Philosophical Magazine” po uprzednim przedstawieniu go w streszczeniu Towarzystwu fizycznemu. Fizycy niewiele za to mieli dla mnie wdzięczności, żaden z nich bowiem nie mógł uznać przypuszczenia, żeby cząsteczki ciała rozpuszczonego mogły się zupełnie swobodnie poruszać w rozpuszczalniku i wywierać przytem ciśnienie osmotyczne. Wkrótce potem przyszło mi na myśl, że możnaby zapomocą pomiarów zmniejszenia ciśnień pary oznaczyć ciężary cząsteczkowe wielu metali w ich roztworach rtęciowych. Wyniki były zajmujące: okazało się, że zazwyczaj metale są jednoatomowe, jakimi się też okazują zresztą i w stanie pary w tych razach, kiedy możebnem było zmierzyć jej gęstość.

Znacznie większa liczba studentów w Londynie pozwoliła na podjęcie prac, które w Bristolu nie były możliwe. Linder i Picton zachęceni przeze mnie troskliwie badają koloidy, a Baly oznaczał kurczliwość rozrzedzonych gazów. Perman powtórzył z jodem klasyczne doświadczenia Kundta i Warburga, na których zasadzie dowiedli oni jednoatomowości pary rtęciowej. Pomagał mi też w pomiarach długości fali tonów różnej wysokości pod różnemi ciśnieniami i w różnych temperaturach dla eteru, zarówno w postaci pary, jak cieczy. Otrzymaliśmy przytem dane do wykreślenia z wielką dokładnością linii adyabatycznych. W 1892 r. rozpoczęto doświadczenia nad pomiarami napięć powierzchniowych dla cieczy aż do ich punktów krytycznych, przyczem otrzymano wskazania dowodzące prostoty stosunków energii powierzchniowej różnych cieczy.

Wtedy wstąpił do mego laboratorium Shields; zaproponowałem mu tę pracę i po ośmiu miesiącach ogłosiliśmy, uprzednio już zresztą przez Eötvösa odkryte, prawo, mocą którego energia powierzchniowa cieczy jest funkcją linearną temperatury. Mogliśmy na jego zasadzie wykazać, że, ciecze posiadają przeważnie ciężary cząsteczkowe takie same jak ich

pary. Tylko woda, alkohole, kwasy organiczne i niektóre inne cieczce, posiadają w stanie ciekłym cząsteczki złożone. Badania te były w dalszym ciągu prowadzone w następnym roku razem z panną Aston; badano przytem roztwory, nie otrzymano jednak prostego wyrazu stosunków. Prawdopodobnie rozdział cząsteczek złożonych w cieczy nie jest jednostajny, lub też zmienia się zależnie od stężenia. W parę lat potem dr. Franciszek Bottomley rozszerzył te badania i na sole stopione; przytem wykazano została złożoność cząsteczkowa stopionych azotanów sodowego i potasowego.

W ciągu 1883 r. robiłem doświadczenia z błoną, która była półprzepuszczalną dla gazów, mianowicie z palladem i wykazałem, że w razie ogrzewania naczynia z tego metalu, zawierającego azot, lub inny gaz obojętny, w atmosferze wodoru, ciśnienie wewnątrz dochodzi do podwójnej wartości. Do naczynia przenika mianowicie wodór dotąd, dopóki ciśnienie zewnętrzne i wewnętrzne nie staną się prawie jednakowymi i ciśnienie wodoru dodaje się do ciśnienia azotu, którego pallad nie przepuszcza.

W czasie wykładu chemii doświadczałnej pokazuje się zwykle przyrost na wadze ciał spalających się lub łączących się z tlenem. Dogodnie się wykonywało to doświadczenie w taki sposób, że w tyglu ogrzewa się nieco magnezu; ponieważ zaś w żarze czerwonym metal ten się ulatnia, trzeba tygiel przykrywać. Naturalnie, przyrost na wadze wynosi tyle, ile ciężar tlenu, który się połączył z metalem. Zauważyłem, że zawartość tygla po staniu na wilgotnem powietrzu wydziela woń amoniakalną, oczywiście z powodu rozkładu utworzonego azotku magnezu przez wodę. Około tego czasu (wiosną 1894 r.) lord Rayleigh znalazł, że „azot chemiczny“, t. j. taki, który nie był otrzymany z powietrza, posiada mniejszą gęstość, niż zwykły azot z powietrza wolnego od pary wodnej, dwutlenku węgla i t. d. i prosił czytelników czasopisma „Nature“ o wskazówkę, skąd pochodzi ta anomalia. Prosiłem go o pozwolenie (udzielone jaknajchętniej) spróbo-

wania, czy nie mógłbym mu być pomocnym w wyjaśnieniu tej tajemnicy. Powietrze, uwolnione od tlenu przez miedź do czerwoności ogrzaną, było następnie w rurze do spalań ogrzewane z wiórami magnezowymi. Kiedy już znaczna ilość azotu została pochłonięta przez magnez, przedsięwzięto oznaczenie gęstości pozostałego gazu. Gęstość była 15-to-krotnie większa niż dla wodoru, gdy tymczasem azot posiada gęstość 14-to-krotnie większą od wodoru, a zwiększała się ona jeszcze w miarę tego, im więcej azotu było pochłonięte przez magnez i doszła wreszcie do 18. Oczywiście było tedy, że w powietrzu znajduje się gaz gęstszy od tlenu.

Kiedy o tem powiedziałem lordowi Rayleighowi, mówił mi, że powtórzył stare doświadczenie Cavendisha i Priestleya, t. j. wykonał połączenie tlenu z azotem pod działaniem iskier elektrycznych w obecności potażu. Mój asystent prywatny, Percy Williams, zrobił to samo w mojem laboratorium, jednakże porzuciliśmy ten sposób na korzyść szybszego z magnezem. Lord Rayleigh w nieznacznej pozostałości zauważył nieznane linie widmowe. Po wymianie spostrzeżeń nalegał na to, żebyśmy nasze siły połączyli i w sierpniu 1894 r. mogliśmy przy sposobności zabrania British Association w Oxfordzie zawiadomić o odkryciu „nowego gazowego składnika atmosfery“.

Otrzymałem go więcej niż 100 cm^3 i znalazłem, że gęstość jego wynosi 19,9; okazał się on jako jednoatomowy, jak wynikało z długości fali tonu w porównaniu z długością fali w powietrzu w tych samych warunkach. Dalej badano zachowanie się tego gazu wobec wszystkich łatwiej dostępnych pierwiastków. Ponieważ z żadnym nie wchodził w związki, przewaliliśmy go argonem—nieczynnym; nazwę tę, jak sądzę, zaproponował mój przyjaciel, profesor Bonney. Kiedy ja wykonywałem te doświadczenia, lord Rayleigh wykazał, że pochłonięte przez wodę i znowu z niej wydzielone powietrze więcej zawiera tej gęstszej części składowej niż powietrze pierwotne; z tego wynikało, że ten ostatni jest w wo-

dzie bardziej rozpuszczalny niż tlen i azot. Lord Rayleigh dowiódł również, że znajduje się on w większym stężeniu w reszcie pozostającej z dyfuzji powietrza przez rury gliniane.

Widmo tego gazu było zdjęte przez naszego przyjaciela Wilhelma Crookesa, a profesor Olszewski w Krakowie zamienił go w ciecz i oznaczył stałe krytyczne.

W styczniu 1895 r. miałem zaszczyt przemawiać o tem odkryciu w przepelnionem zebraniu Royal Society; wkrótce potem lord Rayleigh miał o tym samym przedmiocie wykład piątkowy w Royal Institution.

Kiedy szukaliśmy dróg, wiodących do otrzymania związków argonu, dobrze znany mineralog, profesor Myers, obecnie rektor uniwersytetu londyńskiego zwrócił moją uwagę na rozprawę Hillebranda (z krajowego zakładu geologicznego Stanów Zjednoczonych), w której wspomniano o tem, że pewne minerały uranowe przez ogrzewanie wydzielają znaczne ilości gazu. Udało mi się nabyć około 30 g kleweitu, jednego właśnie z tych minerałów; kiedy nań podzielałem rozcieńczonym kwasem siarkowym i zbadałem widmo wydzielonego gazu (po oczyszczeniu go od azotu sposobem Cavendisha), znalazłem jasną żółtą linię, której położenie prawie się zlewało z linią *D* sodu, od tej ostatniej wyraźnie jednak różną.

Odpowiadała ona opisowi linii, którą poraz pierwszy dostrzegali Janssen w widmie słonecznym. Linia ta potem badaną była przez Franklanda i Lockyera, którzy ją przypisywali pierwiastkowi na ziemi nieznanemu, a istniejącemu na słońcu i dlatego ochrzczonego przez nich nazwą helu. Schiaparelli twierdził, że linię tę, przez Janssena *D₃* oznaczoną, zauważył w gazie zebrany z fumaroli w pobliżu Wezuwiusza. Hel ziemski okazał się gazem z gęstością 2, jednoatomowym, jak argon i dlatego o ciężarze atomowym 4. Podobnie jak argon, jest też obojętny chemicznie, a ja wspólnie z moim ówczesnym asystentem Normanem Collie przekonałem się, że jest wśród ga-

zów najlepszym przewodnikiem elektryczności.

Rozpatrując tablicę peryodyczną pierwiastków, można było przewidzieć istnienie wielu innych podobnych gazów; jednakże badania wykonane nad wieloma minerałami, siedmiu meteorytami i około dziesięcioma próbami wód mineralnych, podjęte wspólnie z Maurycem Traversem, którego zaprosiłem do współpracownictwa, nie dały żadnych wyników. W wodach mineralnych znajdowano argon, a czasem i hel; minerały, o ile wydzielaly gazy, zawierały tylko hel, oprócz malakonu, w którym znaleziono i argon. Z pośród meteorytów — sześć okazów nie dało żadnego gazu, w siódmym znalazły się bardzo małe ilości argonu i helu.

Następnie zajęliśmy się sprawą możliwego rozłożenia drogą dyfuzji, Lockyer bowiem wypowiedział przypuszczenie, że hel może być mieszaniną prawdziwego helu z innym ciałem, które nazwał asterium; temu ostatniemu przypisywał jasno zieloną, pierwszemu — żółtą linię widmową. Doświadczenia jednak dyfuzyjne wypadły ujemnie i, zarówno hel, jak argon, zachowywały się jak gazy jednorodne.

We wrześniu 1897 r. odbyło się zebranie British Association w Toronto w Kanadzie i na mnie, jako na przewodniczącego sekcji chemicznej wypadł los wypowiedzenia wykładu na zagajenie obrad. Wybrałem jako przedmiot „gaz jeszcze nie odkryty“ i przepowiedziałem istnienie gazu z gęstością 10 i ciężarem atomowym 20. Około tego czasu postanowiłem z Traversem zanalizować większą ilość powietrza, które już wówczas na większą skalę było skraplane przez Kamerlinga Onnesa, Dewara, Hampsona i innych. Późną jesienią Hampson dał nam około 100 cm³ powietrza ciekłego. Kiedy większa część jego się ulotniła, zbadano pozostałość; zawierała ona gaz dający dwie jasne linie, żółtą i zieloną. Gęstość jego była wyższa niż znaleziona dla argonu, a mianowicie 22,5.

Nazwaliśmy go kryptonem (ukrytym). Travers otrzymał około 15 litrów argonu, aby go poddać skropleniu. Kiedy to zo-

stało uskutecznione z pomocą drugiej porcyi powietrza ciekłego, otrzymanej od Hampsona, pierwsze ulatniające się części świeciły jasno ogniście gdy przepuszczano przez nie wyładowania elektryczne; widmo wykazywało wiele czerwonych, pomarańczowych i żółtych linii. Ten gaz nazwaliśmy neonem (nowym). Kiedy wreszcie z argonu odfrakcyonowano krypton, pozostawał zwykle mały pęcherzyk, gdy już wszystek, jak się zdawało, krypton był wyciągnięty przez pompę.

I ta pozostałość posiadała swoje wi-
dmo i nazwaliśmy ją ksenonem (obcym).
Należy wreszcie dodać, że zawiadomiliśmy
jeszcze o jednym gazie uważanym za no-
wy, któremu daliśmy miano metargonu.
Kiedy tlen został usunięty przez „iskrze-
nie“ gazu, pozostawała frakcja, wykazu-
jąca w części zielonej i fioletowej linie,
różniące się od argonowych. Podobnie
jak argon, okazała się ona obojętną i gę-
stość jej zaledwie się różniła od gęstości
argońu. Później dopiero znalazło się wy-
jaśnienie. Zawsze dla usunięcia tlenu
z mieszanin gazowych używano pewnego
gatunku fosforu; ten ostatni zawierał,
jak się zdaje, jakiś związek węglowy,
widmo bowiem, zjawiające się pod dość
znacznem ciśnieniem, było takie, jakie
odpowiada tlenkowi węgla. Jakkolwiek
należy ubolewać nad podobnym wypad-
kiem jak ogłoszenie niedokładności, ośmie-
lam się sądzić, że błąd okolicznościowy
jest do wybaczenia. Niemożna być nie-
omylnym, w takich razach zawsze je-
dnak znajdzie się duża liczba dobrych
przyjaciół, którzy jaknajszybciej niedo-
kładność sprostują.

Tłum. *Stanisław Prauss.*

(Dok. nast.)

M. P L A N C K.

O JEDNOŚCI W FIZYCZNYM OBRAZIE ŚWIATA.

(Dokończenie).

W poprzedzającym usiłowałem zazna-
czyć niektóre z cech zasadniczych, jakie
w przyszłości przypuszczalnie wykaże fi-
zyczny obraz świata. Gdy obejmiemy
myślą te koleje, które ten obraz świata
w miarę rozwoju wiedzy dotychczas prze-
chodził, i gdy uprzytomnimy sobie za-
znaczone już wyżej, charakterystyczne
tego rozwoju oznaki, wypadnie nam przy-
znać, że wbrew wspaniałej wielobar-
wności obrazu dawniejszego, który wy-
kwitł na tle różnorodnych potrzeb życio-
wych ludzkości, i któremu wszelkie wła-
ściwe wrażenia zmysłowe swoją złożyły
daninę, obraz przyszły wyda się wybla-
kłym, czczym i mniej wyrazistym, a to
w zastosowaniu do wiedzy ściślej stano-
wi jego stronę ujemną. Pozatem przy-
łącza się tutaj i ta obciążająca okolicz-
ność, że wyłączenie zupełne wrażeń zmy-
słowych jest niepodobieństwem, gdyż nie
możemy przecież zatamować źródła wszel-
kich naszych doświadczeń, że zatem
o bezpośredniem poznaniu absolutu nie
może być mowy. Jakiż tedy czynnik
może pomimo tych widocznych wad za-
pewnić przyszłemu obrazowi świata sta-
nowczo zwyciężkie stanowisko? Jest nim
jedność obrazu. Jedność we wszystkich
poszczególnych jego rysach, jedność po
wszystkie czasy i miejsca, jedność w sto-
sunku do wszystkich badaczy, wszyst-
kich narodowości, wszystkich społe-
czeństw.

Dawny układ fizyki nie sprawia na nas
wrażenia jednego obrazu, lecz raczej ich
zbioru; gdyż każda klasa zjawisk przy-
rody miała swoje oddzielne ramki. A te
poszczególne obrazy wcale nie łączyły
się ze sobą w harmonijnym związku; mo-
żna było którykolwiek z nich usunąć bez
żadnej dla całości szkody. Nic podobne-
go nie może się zdarzyć w przyszłym

obrazie fizycznym świata. Żaden poszczególny rys jego nie da się zatrzeć bez szkody, przeciwnie, raczej każdy z nich będzie tworzył część nieodzowną całości i każdy będzie wykazywał pewien określony związek z rozpatrywaną przez nas przyrodą, i naodwrot, każde rozpatrywać się dające zjawisko fizyczne musi znaleźć w nim właściwe dla siebie miejsce. Tem właśnie wyróżnia się prawdziwy obraz, że nie tylko pewne, lecz wogóle wszystkie rysy jego są wiernem odbiciem oryginału, na co nawet i w kołach fizyków, jak sądzę, nie zawsze dość bacznie zwraca się uwagę. Zdają się o tem świadczyć napotymane tu i owdzie w nowszej zwłaszcza literaturze fachowej wzmianki takie, jak na przykład to, że stosując teorię elektronów lub cynetyczną teorię gazów, winno się zawsze mieć na względzie, że teorie te mogą rościć prawo do odtworzenia tylko przybliżonego obrazu rzeczywistości. Gdyby podobna uwaga miała znaleźć objaśnienie w twierdzeniu, że nie od wszystkich wniosków, płynących z cynetycznej teorii gazów, należy wymagać, aby odpowiadały faktom doświadczenia, to taki sposób pojmowania rzeczy opierałby się na grubym nieporozumieniu. Gdy w połowie przeszłego stulecia Rudolf Clausius wywnioskował z założeń cynetycznej teorii gazów, że prędkości cząsteczek gazów w zwykłych temperaturach wynoszą około kilkuset metrów na sekundę, zrobiono mu zarzut, że dyfuzja wzajemna pomiędzy dwoma gazami odbywa się nader wolno, i że wyrównanie różnych temperatur warstw gazowych następuje również bardzo powolnie. Wtedy dla podtrzymania swej hipotezy Clausius bynajmniej nie użył argumentu, że ma ona odtwarzać tylko przybliżony obraz rzeczywistości, że przeto niemożna zbyt wiele od niej wymagać, lecz przez obliczenie długości średniej drogi wolnej wykazał, że obadwa objęte w powyższym zarzucie fakty obserwacji fizycznej odpowiadają istotnie wnioskowi jego hipotezy. Pojmował on bowiem zupełnie jasno, że, wraz z ustaleniem się dowodu chociażby jednej sprzeczności, jego nowa

teoria gazów straciłaby wszelki grunt w fizycznym obrazie świata; i to samo powiedzieć można i dzisiaj.

Zapewne, są to nie małe żądania, jakie mamy względem fizycznego obrazu świata, są one jednak uprawnione i w tem właśnie ich uprawnieniu tkwi ta moc, z jaką ten obraz wywalczy sobie wreszcie uznanie powszechne, niezależnie od dobrej woli tego lub owego badacza, niezależnie od narodowości i wieków, niezależnie nawet od rodu ludzkiego wogóle. Ostatni wywód może się wydać w każdym razie nadmiarem śmiałości, jeżeli nie absurdem. Przypomnijmy sobie jednak chociażby mój poprzedni wniosek, dotyczący fizyki u mieszkańców Marsa, którym zamknąłem uwagi nad doniosłością nowej definicji entropii, a będziemy musieli przynajmniej przyznać, że podobny wniosek jest właściwie takim samym uogólnieniem, jakimi codziennie w fizyce dopełniamy nasze bezpośrednie spostrzeżenia, a jakie nigdy drogą obserwacji ludzkiej stwierdzić się nie dadzą, i że przeto każdy, ktokolwiekby odmawiał im sensu i siły przekonywającej, tem samem uchylałby się od sposobu myślenia fizycznego.

Żaden fizyk zapewne nie wątpi o prawdziwości twierdzenia, że jakaś obdarzona fizyczną inteligencją istota, któraby posiadała właściwy organ dla promieni pozafołkowych, uznawałaby te promienie za jednorodne z promieniami widzialnymi, chociaż nikt jeszcze nie widział ani promieni pozafołkowych, ani takiej istoty, i żaden chemik nie powątpiewa, że sól znajdujący się na słońcu, posiada te same własności chemiczne, co i sól ziemski, aczkolwiek nie ludzi się wcale nadzieją, żeby udało się kiedy napelnić epruwetkę solą sodową ze słońca.

Z ostatnimi wywodami przystępujemy już do dania odpowiedzi na pytanie, które jako ostateczne, uczyniłem we wstępie rzeczy niniejszej: czy fizyczny obraz świata jest tylko mniej albo więcej dowolnym tworem naszego ducha, czy też przeciwnie, mamy uznać, że odzwierciedla on w sobie realne i od nas zupełnie niezależne zjawiska natury? Wyrażając

się konkretniej: czy możemy twierdzić, że zasada zachowania energii panowała w naturze już wtedy, gdy jeszcze żaden człowiek nie mógł o tem myśleć, lub, że ciała niebieskie będą i wtedy jeszcze podlegać prawu grawitacyi, gdy z naszej ziemi wraz z jej mieszkańcami nie pozostało ani szczątków?

Odpowiadając na powyższe pytanie twierdząco, pojmuję bardzo dobrze, że tą moją odpowiedzią sprzeciwie się pewnemu kierunkowi filozofii przyrody, jakiej właśnie obecnie pod wodzą Ernesta Macha cieszy się wielkiem uznaniem w kołach przyrodników. Według niego niema żadnej innej rzeczywistości, jak tylko nasze własne wrażenia i cała wiedza przyrodnicza jest tylko wyrazem ekonomicznego naszych myśli do naszych wrażeń przystosowania, do którego zmusza nas walka o byt. Między stroną psychiczną a fizyczną istnieje tylko konwencjonalna i praktyczna granica, jedynymi i właściwymi pierwiastkami świata są wrażenia ¹⁾.

Tem więc dobitniej chciałbym tutaj zaznaczyć, że zarzuty podejmowane z tamtego obozu przeciwko hipotezom atomistycznym i teorii elektronów są nieuprawnione i nie zdołają się ostać. Tak, przeciwstawie się nawet wprost z twierdzeniem—i wiem przytem, że nie ja sam jeden je wygłaszam:—atomy, o których bliższych własnościach tak mało wiemy, są nie więcej i nie mniej realne, jak ciała niebieskie lub otaczające nas na ziemi przedmioty; i jeżeli mówię: atom wodoru waży $1,6 \cdot 10^{-24}$ g, to zdanie to wyraża taki sam stopień poznania, jak i to, że księżyc waży $7 \cdot 10^{25}$ g. Zapewne, nie możemy ani położyć atomu wodoru na talerzyku wagi, ani go widzieć, lecz również i księżyc nie możemy położyć na wadze, a co do widzenia, to istnieją przecież niewidoczne dla nas ciała niebieskie, których masa została zmierzona z większą lub mniejszą dokładnością; przecież i masa Neptuna również została

oznaczona, zanim wogóle jaki astronom skierował nań swój teleskop.

Pozostaje nam jeszcze zapytać, czemu się to dzieje, że Macha teoria poznania zdołała się tak szeroko rozpowszechnić wśród przyrodników. Jeśli się nie mylę, to objaw ten stanowi pewnego rodzaju reakcję, następującą po okresie wielkich nadziei, jakie przed pół wiekiem wskutek odkrycia zasady energii zaczęto pokładać w sposobie rozpatrywania przyrody ze stanowiska wyłącznie mechaniki. Nie przeczę, że te nadzieje ziściły się w niejednym ważnym odkryciu,—wspomnę tu tylko cynetyczną teorię gazów, wogóle jednak okazały się one zbyt wygórowane, a nawet fizyka przez przyjęcie metody statystycznej zrezygnowała z problemu całkowitego pogłębienia mechaniki atomów. Niechybnie trzeźwym strumieniem myśli filozoficznej wytrysnął pozytywizm Macha. Jemu to należy się zupełna zasługa, że w obliczu grożącego sceptycyzmu odnalazł napowrót we wrażeniach zmysłowych jedynie uprawniony we wszelkiem poszukiwaniu przyrodniczym punkt wyjścia. Jednak przekracza on miarę, skoro razem z obrazem mechanicznym świata degraduje wogóle jego obraz fizyczny.

O ile jestem przekonany, że w systemie Macha, jeśli tylko zostanie konsekwentnie przeprowadzony, niepodobna wykazać żadnej wewnętrznej sprzeczności, o tyle znów jestem pewien, że posiada on w rzeczy samej znaczenie tylko formalistyczne, nie dotykające bynajmniej istoty wiedzy przyrodniczej, a to dlatego, że obcą mu jest najprzedniejsza oznaka wszelkiego poszukiwania przyrodniczego,—mianowicie postulat stałego, od zmian czasu ani narodów kolei niezależnego, obrazu świata. Macha zasada ciągłości nie przedstawia wzamian żadnego równoważnika; ciągłość bowiem nie jest stałością. Stały, jednolity obraz świata jest właśnie, jak to uświadczyłem wykazać, tym niewzruszonym celem, do którego prawdziwa wiedza przyrodnicza ustawicznie się przybliża, a co dotyczy fizyki, to tutaj jesteśmy uprawnieni do twierdzenia, że już nasz współczesny

¹⁾ Ernst Mach, Beiträge zur Analyse der Empfindungen. Jena, 1886, str. 23, 142.

obraz świata, jakkolwiek mieni się jeszcze różnorodnymi barwami stosownie do indywidualności różnych badaczy, posiada jednak pewne stałe rysy, których żadne, ani w przyrodzie, ani w umysłach ludzkich przewroty zatrzyć nie zdołają. Ta stałość, ta od wszelkiej ludzkiej i wogóle wszelkiej intelektualnej indywidualności niezależność jest właśnie tem, co nazywamy rzeczywistością. A może też naprawdę znajdzie się dzisiaj ktoś, na przykład, wśród poważnie myślących fizyków, któryby powątpiewał o rzeczywistości zasady energii? Raczej przeciwnie, uznanie tej rzeczywistości stawia się za przedwstępny warunek oceny naukowej. Zapewne i na to, jak daleko można posuwać się w pewności, że już teraz zostały utrwalone główne zarysy przyszłego obrazu świata, niema żadnej reguły ogólnej. Tutaj największa ostrożność nie będzie zbyt dużą. Zresztą jestto pytanie drugorzędne. Idzie tutaj jedynie i wyłącznie o to, aby uznać ów stały, jakkolwiek w zupełnej całości nigdy niedościgły cel, a celem tym jest — nie dostosowanie zupełnie naszych myśli do naszych wrażeń, lecz — zupełne odłączenie fizycznego obrazu świata od indywidualności umysłu twórczego. Zaznaczam przytem, że wyrażenie powyższe oddaje nieco dokładniej sens użytych już poprzednio przeze mnie słów, mówiących „o wyemancypowaniu się od pierwiastków antropomorficznych“, a czynię to dlatego, żeby zapobiedz przypuszczeniu, jakby obraz świata miał zostać wogóle odłączony od umysłu twórczego; to bowiem byłoby niedorzecznym przedsięwzięciem.

Nakoniec jeszcze jeden argument, mogący wyrzucić na tych, którzy pomimo wszystko skłonni są uznać ekonomiczny punkt widzenia za jedynie uprawniony, większe wrażenie, niż wszelkie dotychczasowe wywody rzeczowe. Gdy wielcy mistrze przyrodoznawstwa wzbogacili wiedzę swemi ideami: gdy Mikołaj Kopernik wyrwał ziemię z centrum świata, gdy Jan Kepler ustanowił znane nam pod jego imieniem prawa, gdy Izaak Newton odkrył zasadę powszechnego ciążenia,

gdy Chrystyan Huygens zbudował swoją teorię falową światła, gdy Michał Faraday stworzył podwaliny elektrodynamiki — szereg twórców tej miary dałby się jeszcze znacznie przedłużyć, — wtedy ekonomiczny punkt widzenia był z pewnością najpośledniejszym wśród czynników, które dla ludzi tych były puklerzem w walce z panującymi wówczas przesadami i powagą autorytetów. Przeciwnie, była nim bądź na podstawie religii, bądź na podkładzie artystycznej natury opierająca się wiara w prawdziwość ich obrazu świata. W obliczu tego niedającego się obalić faktu nie bezzasadnym będzie przypuszczenie, że w razie, gdyby Macha zasada ekonomii miała kiedy istotnie stać się osią teorii poznania, wówczas bieg myśli podobnych umysłów twórczych mógłby zostać spaczony, lot ich fantazyi skrepowany, a przez to postęp wiedzy w fatalny sposób zahamowany.

Czy nie byłoby naprawdę „ekonomiczniej“ wyznaczyć zasadzie ekonomii nieco skromniejsze miejsce?

Zróbmy jeszcze jeden krok dalej. Tamci badacze nie mówili wcale o swym obrazie świata, lecz o świecie lub o przyrodzie samej. Czy między ich „światem“ a naszym „obrazem świata w przyszłości“ istnieje jaka dostrzegalna różnica? Z pewnością nie. Gdyż o tem, że niema żadnej metody, ażeby można było zapoznać podobną różnicę, wiedzą od czasów Kanta wszyscy myśliciele. Wyrażeniem złożonem „obraz świata“ tylko wskutek przezorności zaczęto się posługiwać, aby z góry zapobiedz pewnym iluzjom. Potrzeba więc tylko dostatecznej z naszej strony baczności, aby pod wyrazem „świat“ nie pojmywać nic innego, jak tylko ów idealny obraz przyszłości, a będziemy mogli również posługiwać się tym prostym, bardziej realistycznym wyrazem, który w rzeczy samej zawsze jest w użyciu u fizyków, gdy przemawiają w języku swej wiedzy.

Wspomniałem powyżej o iluzjach. Otóż byłoby to również iluzją z mej strony, gdybym chciał mieć nadzieję, że wywodami mojemi zdołałem wszystkich

przekonać, lub że zostałem powszechnie tylko zrozumiany. Te zasadnicze kwestye będą z pewnością przedmiotem jeszcze licznych dociekań i wiele o nich jeszcze pisać się będzie; teoretyków bowiem jest wielu, a papier jest cierpliwy. Tem skwapliwiej więc zaznaczmy to, co wszyscy bez wyjątku w każdym czasie uznawać i o czym pamiętać muszą: jest to przedewszystkiem sumienność w krytyce samego siebie w związku z wytrwałością w walce o zasady uznane za prawdziwe, dalej rzetelny szacunek dla przeciwnika w rzeczach nauki, a zresztą spokojna ufność w niezawodność tej przypowieści, która od dziewiętnastu wieków wskazuje nam najpewniejszą oznakę, po której łatwo odróżnić fałszywych proroków od prawdziwych: poznać ich po ich owocach.

Tłum. S. Górski.

GEORGE C. SIMPSON.

O ELEKTRYCZNOŚCI DESZCZOWEJ I JEJ POWSTAWANIU PODCZAS BURZY ¹⁾.

W latach 1907—1908 r. rządowy instytut meteorologiczny w Simli przeprowadził cykl badań nad zjawiskami elektrycznymi, które zachodzą w czasie deszczu i burzy. Badania te prowadzone były w dwu kierunkach: 1) przyrządy samopiszące notowały systematycznie ilość elektryczności, jaką sprowadza deszcz podczas całej pory deszczowej; 2) w pracowni czyniono doświadczenia celem wykrycia źródła elektryczności burzowej.

Główne wyniki badań pierwszej kategorii dają się zestawić, jak następuje: 1) cała ilość deszczu, która spadła w ciągu badanego okresu deszczowego wynosiła 76,3 cm; 2) cała ilość elektryczności dodatniej, przypadającej na centymetr kwadratowy powierzchni, wynosiła 22,3 jedn. elektrostatycznych, ilość zaś elektryczności ujemnej — 7,6 jednostek, tak, iż 75% elektryczności, otrzymanej z deszczem, przypadała na elektrycz-

ność dodatnią; 3) w ciągu 71% czasu, w którym padał deszcz, naładowany elektrycznością, ładunek był dodatni; 4) jeżeli spadek deszczu o ładunku dodatnim uważać będziemy za prąd dodatni, a spadek deszczu o ładunku ujemnym — za prąd ujemny, to okaże się, że podczas 6 burz występowały prądy dodatnie o natężeniu, przenoszącym 300×10^{-5} amperów na centymetr kw., a podczas 2 burz — prądy ujemne tejże siły; 5) podczas 7 burz zarejestrowano deszcz, którego ładunek elektryczny dodatni przenosił 6 jednostek elektrostatycznych na centymetr sześcienny wody, i podczas 2 burz — deszcz o ładunku ujemnym tejże wielkości; 6) im deszcz był silniejszy, tem większa była przewaga ładunku dodatniego nad ujemnym; każdy deszcz, który dawał więcej nad 1 mm w dwie minuty, był naładowany dodatnio; 7) deszcz słaby był naładowany mocniej od deszczu silnego; 8) procent elektryczności ujemnej był nieco wyższy w ciągu drugiej połowy burzy, aniżeli w ciągu pierwszej; 9) spadek potencjału podczas deszczu był częściej ujemny niż dodatni; 10) nie zdołano wykryć żadnej zależności pomiędzy znakiem spadku potencjału a znakiem elektryczności w deszczu.

Doświadczenia laboratoryjne wykazały, że gdy duża kropla wody dzieli się w powietrzu na drobne kropelki, to woda łąduje się dodatnio, powietrze zaś ujemnie.

W pierwszym szeregu doświadczeń spuszczano krople wody, z których każda posiadała objętość 0,24 cm³, na pionowy strumień powietrza, który rozbił ją na małe kropelki. Stwierdzono, że w tych warunkach woda każdej kropli, po rozbiciu się o strumień powietrza, zawierała ładunek równy $5,2 \times 10^{-3}$ jednostek elektrostatycznych elektryczności dodatniej. Nadto, przekonano się, że obecność ładunku pierwotnego na kropli nie zmieniała w niczem powyższego skutku: krople, które pierwotnie naładowane były dodatnio, okazywały ładunek zwiększony, krople zaś, które pierwotnie naładowane były ujemnie, posiadały w końcu ładunek mniejszy.

W drugim szeregu doświadczeń krople wody rozbiłano w sposób podobny jak w pierwszym, ale czyniono to wewnątrz zbiornika, z którego można było przeprowadzać powietrze przez przyrząd Ebarta. Okazało się, że rozbijanie kropeł wywoływało jonizację powietrza. Rozbicie każdej kropli wytwarzało $3,3 \times 10^{-3}$ jednostek elektrostatycznych jonów wolnych ujemnych oraz $1,1 \times 10^{-3}$ jednostek jonów wolnych dodatnich; przewaga jonów ujemnych odpowiada dodatniemu ładunkowi wody, przez nią zatrzymanemu.

W roku 1904 Lenard dowiódł, że krople

¹⁾ Naturw. Rundschau z dnia 26 sierpnia 1909 roku.

wody, których średnica jest większa od 5,5 mm, spadając w powietrzu, nie mają równowagi stałej i szybko rozpadają się na krople mniejsze. Wykazał on także, że wszystkie krople o średnicy mniejszej od 5,5 mm, spadając w powietrzu spokojnym, mają prędkość końcową, mniejszą od 8 metrów na sekundę. A zatem woda nigdy nie może spaść poprzez wstępujący prąd powietrza, posiadający prędkość 8 metrów na sekundę; albowiem wszystkie krople o średnicy, mniejszej od 5,5 mm, będą wtedy unoszone do góry, wszystkie zaś krople większe rozpadają się szybko na krople mniejsze. Fakty te, w związku z wyżej opisanymi spostrzeżeniami i doświadczeniami, doprowadziły do utworzenia następującej teorii powstawania elektryczności burzowej.

Jest rzeczą wysoce prawdopodobną, że podczas każdej burzy zdarzają się prądy wstępujące o prędkości większej od 8 metrów na sekundę. Prądy te sprawiają to, że znaczne ilości wody nie mogą spaść poprzez masę powietrzną, dążącą do góry. Skutkiem tego u szczytu takiego prądu, gdzie z powodu boczego ruchu powietrza, prędkość pionowa jest zmniejszona, następuje nagromadzenie wody. Woda ta przybiera postać kropeł, które, rosnąc ciągle, dochodzą wreszcie do takich rozmiarów, że muszą uleść rozpiciu. Za każdym razem, gdy kropla się rozpada, następuje rozdział elektryczności, przyczem woda otrzymuje ładunek dodatni, powietrze zaś—odpowiednią ilość jonów ujemnych. Powietrze unosi jony ujemne, pozostawia jednak na miejscu wodę, naładowaną dodatnio.

Pewna dana ilość wody, zanim spadnie, może uleść podziałowi wielką liczbę razy i tym sposobem otrzymać wysoki ładunek dodatni. Gdy woda ta nareszcie dosięgnie powierzchni ziemi, otrzymamy ją w postaci deszczu, naładowanego dodatnio. Jony, które wędrują z powietrzem, ulegają szybkiemu pochłanianiu przez cząstki chmury, tak, iż po pewnym czasie sama chmura może być silnie naładowana elektrycznością ujemną. Otóż, w chmurze, naładowanej do wysokiego potencjału, odbywać się musi szybkie łączenie się kropeł wodnych, i z chmury takiej spadnie silny deszcz, który będzie naładowany ujemnie; w pewnych warunkach ładunki deszczu oraz prędkość jego spadku mogą osiągnąć wartość znaczną.

Przybliżony rachunek wykazuje, że rząd wielkości rozdziału elektrycznego, towarzyszącego rozpadowi kropeł, wystarcza do wytłumaczenia działań elektrycznych, jakie spostrzegamy w czasie najsilniejszych burz. Teorya powyższa tłumaczy wszystkie wyniki wyżej opisanych spostrzeżeń nad elektrycznością deszczu i zgadza się także z rzeczywistymi zjawiskami meteorologicznymi, które obserwujemy podczas burzy.

Tłum. S. B.

Rozmaitości.

Nowy sposób badania metali. P. Le Chatelier podnosi w *Revue de Métallurgie* zalety nowej metody badania własności mechanicznych metali użytecznych, opartej na doświadczeniach Amadeusza Guilleta, sekretarza paryskiego fakultetu Nauk ścisłych. Metoda ta polega na mierzeniu czasu, w którym uspokaja się drganie sztabki metalowej, utwierdzonej w jednym końcu i wyprowadzonej ze stanu spoczynku. Jeden ze sposobów stosowania tej metody polega na badaniu drgań widełek strojowych, wyrobionych z danych metali i wprowadzanych w drganie za pomocą elektromagnesu. Przekonano się między innymi, że widełki, przygotowane z żelaza kutego i także same widełki z najmniejszej stali okazały bardzo wybitne różnice pomiędzy sobą, niezmiennie charakterystyczne dla każdego z tych metali, jakkolwiek wszelkie inne próby mechaniczne, zwykle stosowane w pracowniach badawczych, zdawały się wykazywać zupełną identyczność ich własności.

Najgłębsze otwory świdrowe. Jako jeden z najgłębszych otworów, bywa przytaczany otwór w Rybniku na Śląsku górnym, głęboki na 2003 metrów. Obecnie jednak w tejże okolicy został wyświdrowany otwór mający już głębokość 2156 m, który ma być jeszcze pogłębiany aż do 2250 m, i, o ile się zdaje, nie przeszkadzać nie będzie dojściu do tej głębokości. Średnica otworu na powierzchni ziemi ma 41 cm.

Z początkiem października r. b. redakcja „Wszechświata” zostanie przeniesiona na ul. Wspólną № 37.

BULETYN METEOROLOGICZNY

za czas od 1/IX do 10/IX 1909 r.

(Ze spostrzeżeń na Stacji Meteorologicznej Centralnej przy Muzeum Przemysłu i Rolnictwa w Warszawie).

Dzień	Barometr red. do 0 ^o i na cięż- kość. 700 mm+			Temperatura w st. Cels.					Kierunek i prędk. wiatru w m/sek.			Zachmurzenie (0—10)			Suma opadu mm	UWAGI
	7 r.	1 p.	9 w.	7 r.	1 p.	9 w.	Najw.	Najn.	7 r.	1 p.	9 w.	7 r.	1 p.	9 w.		
1	42,4	44,5	45,8	13,8	16,6	14,2	17,4	13,5	W ₃	SW ₅	SW ₃	10	10	8	—	
2	47,6	48,0	49,6	13,0	19,0	14,1	20,5	9,5	W ₂	SW ₃	W ₃	⊙0	9	1	—	
3	52,8	54,2	55,9	12,4	17,4	13,0	18,9	9,7	W ₄	W ₃	W ₄	⊙0	9	8	—	
4	56,6	56,0	52,6	12,6	17,1	13,2	18,2	12,0	W ₁	SW ₃	SE ₃	10	10	0	—	
5	47,1	44,8	43,8	11,6	20,6	14,8	23,4	8,4	SE ₃	SE ₅	E ₂	⊙4	⊙9	10	4,4	• 4 p.—9 p.
6	46,5	48,9	50,6	11,2	17,0	13,6	19,6	10,9	W ₃	NW ₅	W ₂	9	⊙6	0	—	
7	51,0	49,7	49,2	11,8	16,8	14,0	19,4	9,7	W ₁	E ₂	SE ₃	⊙0	⊙0	0	—	
8	50,3	50,9	51,9	14,9	19,5	17,0	22,8	9,7	SE ₁	NE ₅	NE ₁	⊙2	⊙1	0	—	
9	53,2	52,7	52,7	15,0	22,2	18,4	23,5	11,5	NE ₂	SE ₃	SE ₃	⊙1	⊙0	0	—	
10	53,3	53,6	53,0	16,8	22,8	20,8	24,0	13,0	SE ₁	NE ₄	NE ₁	⊙1	⊙1	0	—	
Śre- dnie	50,1	50,3	50,5	13,03	18,09	15,03	20,08	10,96	2,3	3,8	2,5	3,7	5,5	2,7	—	

Stan średni barometru za dekadę $\frac{1}{3}$ (7 r.+1 p.+9 w.) = 750,3 mm
 Temperatura średnia za dekadę: $\frac{1}{4}$ (7 r.+1 p.+2×9 w.) = 15,7 Cels.
 Suma opadu za dekadę: = 4,4 mm

TREŚĆ NUMERU. Edward Suess. O życiu, tłum. W. Fr.—Szkic autobiograficzny sir Wilhelma Ramsaya, tłum. Stanisław Prauss.—M. Planck. O jedności w fizycznym obrazie świata, tłum. S. Górski.—George C. Simpson. O elektryczności deszczowej i jej powstawaniu podczas burzy, tłum. S. B.—Rozmaitości.—Buletyn meteorologiczny.

Wydawca W. Wróblewski.

Redaktor Br. Znatowicz.