



PISMO PRZYRODNICZE, WYCHODZI 1 i 15 KAŻDEGO MIESIĄCA

Redaktor: RYSZARD BŁĘDOWSKI

Wydawca: T-wo wyd. „WSZECHŚWIAT” sp. z o. o.

Adres Redakcji: Polna 30, tel. 140-53.
Pracownia Zoologiczna Wolnej Wszechnicy Polskiej.

Adres Administracji: Szpitalna 1 m. 3, tel. 295-85.

Redaktor przyjmuje codziennie w redakcji
od godz. 14 do 15.

Administracja otwarta od 9 do 3 i od 17 do 19.

Warunki prenumeraty i ogłoszeń na okładce.

TREŚĆ: Ludwik Wertenstein: Obrazy atomów. Jadwiga Viewegerowa: Zmiany w organizmach w zależności od pobytu na rozmaitych wysokościach nad poziomem morza. Sprawozdania z literatury. Wiadomości bieżące

OBRAZY ATOMÓW *)

Napisał

LUDWIK WERTENSTEIN

Przedmiotem fizyki jest badanie zjawisk w otaczającej nas „martwej” przyrodzie. Nieskończoną jest różnorodność tych zjawisk: są między nimi takie, które spotykamy wszyscy codziennie; inne, mało dostępne ogółowi, które wytwarzamy za pomocą subtelnych sposobów techniki laboratoryjnej. Ludzkość żąda od uczonych, i słusznie, aby wyjaśnili sprawy jej najbliższe; domaga się przede wszystkim zrozumienia zjawisk najczęstszych, najprostszych, najważniejszych z punktu widzenia potrzeb życiowych. Dalecy jesteśmy od możliwości dania odpowiedzi na stawiane nam pytania. Zapewne, nauka nie zawodzi w zupełności pokładanej w niej ufności. Umiemy sformułować prawa rządzące własnościami materji, potrafimy dać wskazówki, jak własności te spożytkować dla celów praktycznych, jak zbudować most,

samolot, lampkę katodową. Ale nasze sposoby objaśniania zjawisk są niezupełne i płytkie. Weźmy prosty przykład: zagadnienie gry w bilard. Istnieje teoria ruchów i zderzeń kul bilardowych, która dość dokładnie zdaje sprawę z warunków gry umiejętności, ale nie umielibyśmy dać prawdziwie zadawalającej odpowiedzi na pytanie, czemu kość słoniowa nadaje się lepiej do wyrobu kul bilardowych, niż drzewo lub żelazo. Gdy odpowiadamy, że posiada bardziej doskonałą sprężystość, ukrywamy tem tylko naszą nieznaną tkwiących w materji sił wewnętrznych, które kości słoniowej tę sprężystość nadają.

Przed wielu laty Michał Faraday napisał prześliczną książkę, p. t. „Dzieje świecy”, która jest wzorem nauki dostępnej, zrozumiałej, bezpośrednio apelującej do potrzeb duchowych ludzkości. Ale to są tylko prolegomena do dziejów świecy. Może potrafimy dzieje świecy opisać za lat

*) Wykład inauguracyjny na zebraniu dorocznym Wolnej Wszechnicy Polskiej.

sto lub dwieście; to co dziś o nich wiemy, jest suchą kroniką wydarzeń, a nie wyjaśnieniem ich ukrytego mechanizmu.

Nauka jest najczęściej bezradna tam, gdzie jej zadanie jest napozór najłatwiejsze. To też fizyka odwraca się od zjawisk codziennych, których zrozumienie jest dziś ponad jej siły. W pozornej prostocie dostrzega zawilość, w jedności — mnogość. Wiadome objawy materji są wypadkową niezmiernej liczby krzyżujących się, interferujących z sobą, nakładających się na siebie zdarzeń wewnątrz i nazewnątrz atomów. W ciszy laboratorjów, cierpliwym wysiłkiem wywołuje fizyk ducha atomów. Wytwarza zjawiska rzadkie, wyjątkowe, napozór zagadkowe i dziwaczne, które jednak są dla niego prostsze, bardziej zasadnicze, niż te, na które spojrzeć możemy bez trudu, gdyż nie są one zgiełkliwą kakofonią bezładnego tłumu, niezgodnych, niedobrych atomów, lecz czystym chórem niewielkiego, przesianego przez gęste sito analizy fizyko-chemicznej ich zespołu. Wsłuchuje się w dźwięki tego chóru i snuje obrazy atomu.

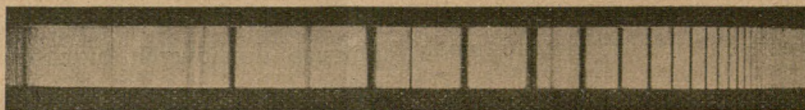
Jak rozbujane wahadło, uderza myśl fizyka raz po raz o dwa krańce poznania, słupy graniczne dwu światów: mikro- i makrosmosu, świata atomów i świata ciał niebieskich. Tu i tam jest ład, jest kosmos; chaos jest tylko wśród nas. Tu i tam jest prostota, może znów tylko pozorną, wynikała z oddalenia, w którym giną szczegóły, ale to nam wszystko jedno, bo szczegóły, niedostępne doświadczeniu, zamąć mogą prostotę dostrzeganych przez nas wydarzeń tylko w równie mało dostępnych obserwacji szczegółach. Gwiazda przeraża nas swemi wymiarami, wyobraźnia ogarnąć nie może jej treści wewnętrznej, ale dla mechaniki niebieskiej jest tylko punktem poruszającym się w próżni, pod wpływem sił ciężenia powszechnego.

Newton ściągął z nieba gwieździstego

na ziemię złotą księgę przykazań ruchu. Za jego przykładem fizycy szukali przez długie stulecia zawieszonoego w bezmiarach świata klucza, który otwiera wnętrza atomów. Obraz atomu jawił się im w teleskopie.

Gdy na skutek długich badań swych poprzedników, Rutherford odkrył, że atom składa się z jądra i z elektronów, związanych w jedną całość siłami przyciągania elektrostatycznego, otworzyliśmy traktaty astronomiczne, aby przy ich pomocy ułożyć kodeks praw atomu. Przepisywaliśmy żywcem równania mechaniki niebieskiej, język atomisty stał się językiem badacza gwiazd, mówiliśmy o orbitach elektronów, i węzłach, precesji, perturbacjach ruchów wewnątrzatomowych. Ale tuż obok nas stał, zaglądał w nasze kajety, a czasem wyrwał je z rąk i rzucał o ziemię nieubłagany krytyk: doświadczenie. A przecie byliśmy skromni; w roszczeniach naszych ograniczyliśmy się do najbliższego pierwiastka, wodoru, do jego atomów prostszych nad wszelkie inne, a wyniki naszych obliczeń porównywaliśmy z następującem łatwem do wykonania doświadczeniem.

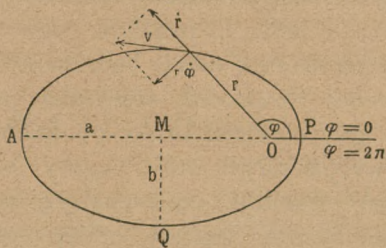
Gdy w rozrzedzonym wodorze bije iskra elektryczna, cząsteczki jego rozpadają się na atomy i powstaje w nim światło, które rozszczerzone przez spektroskop i rzucone na płytę fotograficzną, wytwarza na niej obraz, zwany widmem, składający się z prążków, zrazu oddalonych od siebie w tej części płyty, na którą pada światło czerwone, lecz zagęszczających się stopniowo i regularnie w tej części płyty, na którą padają promienie nadfioletowe (rys. 1). Każdemu z tych prążków odpowiada barwa ściśle określona, odpowiada wysyłane przez atomy wodoru w przestrzeń promieniowanie o ściśle określonym okresie T , lub jeśli chcemy inaczej je definiować, o ściśle oznaczonej częstości, t. j. liczbie drgań na sekundę.



Rys. 1

Mamy przed sobą najprostszy typ funkcjonowania mechanizmu, który odgadnąć pragniemy. Jasną jest rzeczą, że każdemu prążkowi podporządkować musimy jakiś rys budowy tego mechanizmu. Nie przesądając sprawy, czy rysem tym jest ruch drgający, czy stan, lub zmiana stanu atomu, stwierdzamy zaraz na wstępie, że mamy do czynienia z utworem nader zawiłym, podobnym do instrumentu muzycznego o wielkiej liczbie strun.

Wydawaćby się mogło, że strunami temi są elementy budowy atomu: elektrony i jądro. Ale nauka o układzie perjodycznym pierwiastków zapewnia nas, że atom wodoru składa się z dwu tylko elementów, jądra i krążącego dokoła niego elektronu. Oto według Sommerfelda kształt orbity elektronu (rys. 2) dokoła jądra wodoru;



Rys. 2

na rysunku tym widzimy litery i znaki, które charakteryzują geometryczne własności orbity. Jakże ubogi jest nasz obraz atomu, wobec bogactwa działań, do których jest zdolny. Widzimy, że zawiłość atomu wodoru nie leży w wielkiej liczbie jego składników, zależeć musi od innej, nieznaney nam jeszcze zasady.

Częstościom poszczególnych prążków w widmie wodoru możemy podporządkować ciąg liczb naturalnych 1, 2, 3 i t. d., w ten sposób, że częstości te wyliczamy wykonując szereg prostych, zawsze tych samych działań arytmetycznych kolejno na następujących po sobie liczbach całkowitych. Widzimy zatem, że zasada, która nasze konstrukcje atomu usprawnić ma do wysyłania widm prążkowych, musi być rozwinięciem następującej myśli: w zawiłości obrazów atomowych czynnikiem porządkującym jest ciąg liczb naturalnych.

Myśl ta jest czemś zasadniczo obcem

układowi fizyki Newtonowskiej. Ruch zwykliśmy opisywać jako zjawisko ciągłe w przestrzeni i w czasie; liczby całkowite zdarzają się nam w tym opisie jako wyjątek, wynikający z przypadkowego stosunku mierzonych wielkości do dowolnie obranych jednostek długości i czasu. Pomijając prawo stosunków wielokrotnych w chemii, gdzie liczby całkowite są poprostu liczbami atomów w cząsteczce, prawo liczby porządkowej w układzie perjodycznym pierwiastków, liczby całkowite spotykamy w dwóch tylko dziedzinach fizyki klasycznej; w krytalografji, gdzie ciągowi ich odpowiada ciąg możliwych płaszczyzn kryształu, i w akustyce, gdzie częstości tonów harmonicznycy ciała drgającego, n. p. struny, jak to już wiedział Pitagoras, dają się w prosty sposób wyrazić za pomocą liczb naturalnych. Ale w kryształach napewno nie możemy szukać wzorów do obrazu atomu, a struna też niebardzo podobna jest do atomu. Zobaczmy za chwilę, że wyobraźnia matematyków zdołała dostrzec głęboką analogję praw układów drgających do praw zdarzeń wewnątrzatomowych, że sens mistyczny, jaki grecy przypisywali stosunkom tonów harmonicznycy struny, polega na tem, że odzwierciedlają one budowę materji. Ale o tem mowa będzie później, teraz zaś ujrzymy, jak genialny duńczyk Niels Bohr wplótł w r. 1913 ciąg liczb naturalnych w zawiłość zdarzeń atomowych.

Liczby całkowite otrzymujemy przy liczeniu, nie przy mierzeniu, oznaczają one możność rozbicia przedmiotu spostrzegania na szereg faktów czy przedmiotów indywidualnych; mówiąc matematycznie, przedmiot ten nie może być *continuum*, lecz składać się musi z nieciągłości. Bohr wprowadził zasadę nieciągłości do nauki o strukturze atomu. Od roku 1900 wiadano, dzięki fundamentalnym pracom Maxa Plancka, że zjawiska, w których promieniowanie znika w atomie, lub z atomu się wyłania, przebiegają w sposób nieciągły. Energja wymieniana w tych zjawiskach nie może mieć wielkości dowolnej, w szczególności dowolnie małej, lecz równać się co najmniej pewnemu jak go nazwał

Planck kwantowi. Wielkość tego kwantu zależy od częstości promieniowania, obliczamy ją, mnożąc tę częstość przez tak zwaną stałą Plancka, którą oznaczamy w rachunkach literą h , i która w używanym zazwyczaj układzie jednostek równa się niezmiernie małej liczbie $6,5 \cdot 10^{-27}$, t. j. ułamkowi wynoszącemu 6 i pół miliardowych miliardowych miliardowych części jedności. Właśnie dlatego, że ułamek ten jest mały, fizyka ciał widzialnych, fizyka makroskopowa nie zna nieciągłości, która natomiast dominuje całkowicie w świecie zjawisk atomowych.

Ażeby zrozumieć, w jaki sposób Bohr zastosował ideę Plancka do zagadnienia budowy atomu, musimy powrócić na chwilę do obrazu atomu wodoru, przedstawionego na rys. 2. Elipsa przedstawia tam tor elektronu, dokoła jądra umieszczonego w jej ognisku. Wirując dokoła jądra, elektron nieustannie zmienia położenie i prędkość. A jednak w zjawisku tem są pewne cechy trwałe, niezmiennie. Umiemy wyrazić je matematycznie, nazywamy je całkami ruchu. Niektóre całki wyznaczają tę trwałą cechę, która się nam rzuca w oczy, t. j. kształt orbity. Inne są natury bardziej abstrakcyjnej. Należy do nich energia, o której wiemy przecież, że zachowuje wartość stałą. Inna jeszcze, t. zw. całka działania, którą w słabym tylko stopniu unaczynię, gdy powiem, że równa się iloczynowi z okresu obrotu elektronu przez średnią wartość energii kinetycznej, odgrywa decydującą rolę w teorii Bohra.

Według dynamiki klasycznej, opartej na idei ciągłości, wszystkie orbity, zgodne z jej prawami są jednakowo możliwe, zatem całki ruchu mogą mieć wartości najzupełniej dowolne. Ale taki obraz atomu nie miałby cech rzeczywistości; liczby całkowite nie odgrywałyby w nim żadnej roli. Bohr wprowadził te liczby przez następujące proste założenie. Jedna z całek ruchu, mianowicie całka działania (dlaczego ta, a nie inna, nie mogę tu uzasadnić) nie może mieć wartości dowolnych, lecz albo równa się $1 h$, albo $2 h$, albo $3 h$, ogólnie biorąc $n h$, gdzie n jest liczbą całkowitą.

Mówiliśmy poprzednio o pokrewieństwie metod mechaniki niebieskiej atomu. Ale wielkość h nie figuruje w żadnym obliczeniu astronomicznym, natomiast w zagadnieniu atomowym decyduje o kształtach możliwych orbit. To też założenie Bohra oznacza, że w zagadnieniu tem tylko częściowo posługiwać się możemy utartymi drogami, częściowo zaś torować drogi nowe. Za chwilę przekonamy się, że rewolucyjność teorii Bohra, która raziła zrazu wielu fizyków, była raczej zbyt powściągliwa, że dojść musiało, że doszło do rewolucji o wiele bardziej radykalnej.

Narazie jednak i my poprzestaniemy na tym pierwszym wyłomie w klasycznym sposobie myślenia, i zobaczymy, jak przy pomocy założenia Bohra interpretować możemy widmo atomu wodoru. Domyślamy się odrazu, że każdej możliwej orbicie odpowiada jeden z prążków tego widma. Ale cechą istotną teorii jest, że światło o oznaczonej częstości wysyłane jest nie wtedy, gdy elektron krąży po jednej z o-wych wyróżnionych orbit. Gdyby tak było, elektron traciłby stale energję na koszt promieniowania, kształt orbity zmieniał by się musiał nieustannie. Bohr zakłada, że możliwe są przeskoki z jednej orbity na inną. Przy takim przeskoku energja zmniejsza się nagle, w sposób nieciągły, jak tego wymaga teoria Plancka. Stracona energja odnajduje się w promieniowaniu. Ale jak już wiemy z rozważań poprzednich, energja uniesiona przez promieniowanie musi równać się „kwantowi”, t. j. stałej h pomnożonej przez częstość ν tego promieniowania. Jeżeli więc umiemy wyliczyć energję elektronu na każdej wyróżnionej orbicie, zatem i zmiany tej energii po przeskoku z jednej orbity na inną, potrafimy wyrachować częstość wysyłanego w przeskoku tym światła. Oto przemożna rola stałej h w sprawach atomowych, ona nie tylko wykreśla możliwe tory elektronu, ale również przepisuje z góry częstości światła emitowanego podczas zmian toru.

Świetnym sukcesem teorii Bohra było to, że przepisane w ten sposób z góry widmo wodoru zgadzało się z rzeczywistym

z dokładnością, jaką dotąd żadna teoria fizyczna nie umiała się poszczycić. Wydawało się, że Bohr odkrył niezawodną receptę na skonstruowanie „prawdziwego” obrazu atomu. Należy najprzód zapomnieć o kwantach, i stosując zasady mechaniki niebieskiej wyznaczyć zgodne z jej prawami orbity — następnie zapomnieć o mechanice niebieskiej i z orbit tych wybrać te tylko, których „całki działania” spełniają warunek kwantowy, t. j. równają się wielokrotności stałej h .

Przy pomocy recepty Bohra zaczęto produkować na wielką skalę w warsztatach fizyki teoretycznej modele atomowe. Nie możemy tu wchodzić w szczegóły; powiemy tylko, że praca szła nader pomyślnie. W atomach cięższych, zawierających nie jeden lecz wiele elektronów, należało pomyśleć o rozmieszczeniu wzajemnym różnych orbit w przestrzeni. Zaczęto rozróżniać orbity głębiej i płycej w atomie osadzone, usadowione na t. zw. „pierścieniach” K , L i t. d. Okazało się, że skoki elektronów na orbitach wewnętrznych tak samo dobrze tłumaczą powstawanie widm röntgenowskich (t. j. częstości promieniowania Röntgena), jak przeskoiki jednego elektronu wodorowego — widmo wodoru. Udało się w uderzająco prosty sposób związać sprawę kolejnego narastania pierścieni dokoła jądra — w miarę wzrastania liczby elektronów w atomie — z zasadniczymi cechami układu periodycznego pierwiastków. Niezmierna ilość konsekwencji teorii została sprawdzona na drodze doświadczalnej. A jednak dalszy jej rozwój zahamowany został przez coraz bardziej pogłębiające się przesilenie.

Przesilenie to miało wiele podstaw; brak czasu nie pozwala nam ich wszystkich wymieniać; poprzestaniemy na jednej z najważniejszych. Owe piękne modele atomów złożonych nie zadawałnają bardziej surowych wymagań krytyki doświadczalnej, zdają egzamin na stopień ledwie dostateczny. Pozwalają przewidzieć ogólny charakter widma, zawodzą gdy chodzi o dokładne wyliczenie częstości. Można by sądzić, że to nie wina recepty, lecz niesu-

miennego jej wykonania. Tam, gdzie dokoła jądra krąży wiele elektronów, zagadnienie ich ruchu jest, nawet w ramach mechaniki klasycznej, matematycznie nierozwiązalne. Mechanika niebieska radzi sobie z pokrewnym zagadnieniem obiegu planet i księżyców, stosując t. zw. metodę perturbacji, która polega na tem, że każdą planetę traktujemy najprzód, jakgdyby była jedynym członkiem układu planetarnego, a następnie wprowadzamy poprawki, „perturbacje”, wynikające z przyciągania innych planet, które przecież wobec małej ich masy, drobne jest w porównaniu z działaniem słońca. W zagadnieniu atomowym perturbacje są tak wielkie, że dokładne wyliczenie orbit napotyka na nieprzewyżnione trudności rachunkowe.

Trudności ratować mogły sprawę, ale tylko aż do chwili, gdy zdołano je pokonać w opracowaniu najprostszym po wodorze modelu atomowego, mianowicie modelu atomu helu. Atom ten posiada dwa tylko elektrony; metoda perturbacji doprowadziła tu do wyniku, bardzo pięknego z punktu widzenia matematyki, ale bardzo smutnego dla teorii kwantów: wyliczone częstości *nie* zgadzały się z doświadczalnymi.

Jeżeli zastanowimy się głębiej nad owym niepowodzeniem recepty Bohra, znajdziemy w niem coś bardzo pocieszającego dla naszego ideału jedności w obrazie wszechświata. Kazano nam posługiwać się zlepkiem dwu sprzecznych poglądów, zapominać w jednej części rozumowania o tem, co nam przyświecało w innej. Czyż nie zadziwiającym jest fakt, że metoda ta dawała wyniki zgodne z doświadczeniem. Nasze poczucie, powiedziałbym, estetyczne, godzi się z tym faktem dziś dopiero, gdy dalszy rozwój wydarzeń umocnił w nas przekonanie, że tylko całkowicie konsekwentna teoria może dać obraz rzeczywistości. Jednocześnie nasuwa się przypuszczenie, że owa teoria jednolita nie może być odrzuceniem, lecz raczej syntezą obu sprzecznych kierunków.

Trzy ostatnie lata uważać można za próbę ogniową tych nadziei. Dzieje fizyki

teoretycznej nie znają okresu równie płodnego. Jak z rogu obfitości sypały się teorie napozór niczem ze sobą nie związane, w których jednak, może ku zadziwieniu samych twórców, głębsza analiza matematyczna wykazała daleko idące pokrewieństwo, może nawet tożsamość. Nigdy jeszcze współpraca matematyki z fizyką nie była tak wszechstronna i istotna; zastosowanie znalazły przytem działy matematyki tak abstrakcyjne, że nikomu nie śniło się pewnie, aby mogły symbolizować jakąś treść fizyczną. Nowe pomysły tworzyły się niemal jednocześnie we Francji, Danji, Niemczech, Anglii, Holandji, Włoszech. Charakterystyczną cechą okresu był nieustanny kontakt wzajemny uczonych, stała korespondencja, komunikowanie sobie rezultatów przed ich opublikowaniem. Kopenhaga była ośrodkiem tego ruchu, Niels Bohr jego arcykapłanem. Śmiało rzec można, że rodząca się synteza jest owocem współpracy intelektualnej wszystkich niemal narodów Europy Zachodniej.

Chcę mówić o jednej z nowszych teorii, zastrzegając się przytem z góry, że jest ona jakby rzutem teorii „prawdziwej” — jeśli taka istnieje — na szczególnie łatwo dostępną naszej wyobraźni płaszczyznę.

Wspomniałem poprzednio, że w zagadnieniu budowy atomu spotykamy się przede wszystkim z koniecznością wyrażenia różnorodności stanów atomowych za pomocą ciągu liczb naturalnych. Wiemy, że Bohr rozwiązał tę trudność, dołączając do fizyki klasycznej hipotezę kwantową. Ale liczby całkowite istnieją i w fizyce klasycznej, mianowicie, jak to wspomniałem, w akustyce, t. j. w nauce o drganiach ciał sprężystych. Czy nie możnaby uważać atomu za układ drgający, którego „tony” właściwe odnajdujemy w widmie optycznym. Oddawaliśmy dotąd budownictwo atomu w opiekę muzie astronomji Uranji, czy nie byłaby właściwszą jego patronką Euterpe?

Ta zmiana poddaństwa wydaje się na pierwszy rzut oka trudniejsza, niż przedzierzgnięcie murzyna w białego człowieka. A jednak zdarza się to w nauce nie po raz pierwszy. Od dawien dawna o władz-

two nad faktami spór toczą dwie metody, dwa poglądy przeciwstawiają się sobie: teoria nieciągłości i teoria ciągłości. Symbolem pierwszej jest niebo gwiazdziste, drugiej rozfalowany ocean. Może są te dwa od kolebki ludzkości znane widoki praźródłem obu teorii. Dla pierwszej to co posiada rozciągłość, przestrzeń, jest pustką, jest niczem, a to co byłoby realny posiada, nie ma rozciągłości, są to punkty materialne, atomy, elektrony, protony. Dla drugiej niema przestrzeni pustej, jest ona wypełniona wszędzie w sposób ciągły, bądź materją, bądź „eterem”, bądź energją.

Dzieje fizyki są w znacznej mierze dziejami ścierania się obu teorii, czasami wydzierania sobie podwładnych terenów, czasami godzenia się i przenikania wzajemnego. Mechanika teoretyczna, zrodzona z dynamiki Newtona, choć ruch traktuje jako zjawisko ciągłe, gmach swój buduje na nieciągłości materji; jej prawa zasadnicze formułujemy zazwyczaj dla punktów materialnych. Ale mechanika ciał sprężystych, ta, z której czerpiemy przepisy użytkowe, która nas uczy, jak budować mosty, dobierać struny muzyczne i wykreślać kształt skrzydła samolotu, aby skutecznie na falach powietrza się unosiło, jest nauką o ośrodkach, w ciągły sposób wypełnianych materją. Czy istnieją zatem dwie sprzeczne mechaniki? Nie, sprzeczności tej niema, dopóki zajmujemy się ciałami, na naszą miarę zakrojonemi. Według teorii nieciągłości, ciała te składają się z punktów materialnych; ale głębsze rozważanie okazuje, że wobec niezmiernej liczby tych punktów obie koncepcje prowadzą do tego samego rezultatu. Jeżeli nieciągłości jest bardzo wiele, zacierają się one i dają obraz ciągły, jak plamki w malarstwie impresjonistycznym. Jeżeli więc chodzi tylko o własności materji ważkiej, możemy w ostatecznej instancji berło oddać teorii nieciągłości.

Ale teoria ta nie może się ostać, gdy usiłujemy zrozumieć, jak punkty materialne lub ciała z nich złożone mogą działać na siebie na odległość, jak słońce przyciągać może ziemię, lub potarty bursztyn ka-

walki papieru. Dla zrozumienia tych działań oddajemy teorii ciągłości przestrzeni. W fizyce wieku dziewiętnastego przestrzeń tę wypełnialiśmy wszystko przenikającą nieważką substancją, eterem, podobnym we własnościach do materji sprężystej, ale pozbawionym jej struktury atomistycznej przenoszącym działania ciał materialnych z miejsca na miejsca, w sposób ciągły, bez przerw, bez skoków. Później przekonaliśmy się, że pojęcie eteru jest niepotrzebnym, że czasem zamiast wyjaśniać, gmatwa sprawy, że dla myślowego opanowania działań na odległość wystarczy założyć, że własności przestrzeni zmieniają się w sposób ciągły. Mówimy, że przestrzeń wypełniona jest polem sił elektromagnetycznych i grawitacyjnych, możemy nawet powiedzieć, że przestrzeń jest polem; różnica będzie tylko słowna. Tak czy inaczej, teoria ciągłości króluje nad przestrzenią.

Mamy więc teorię ciągłości dla materji, teorię ciągłości dla przestrzeni; narazie niema sprzeczności, tereny obu władczyń są rozgraniczone. Ale jest jeszcze trzecia dziedzina, do której obie pretendują; spór ich, głośny w wieku osiemnastym, rozstrzygnięty, jak się zdawało, w sposób nieodwołalny na korzyść teorii ciągłości w początku dziewiętnastego, wznowił się w zaraniu naszego stulecia i wrzawą swą tak napełnił uszy fizyków, że zmęczeni jego beznadziejnością, postanowili przyznać obu teorjom ten sam stopień słuszności, i całą fizykę sprawiedliwie w jednoczesne i wspólne oddać im władanie.

Mamy tu na myśli światło, owo zjawisko, bez którego nie wiedzielibyśmy nic ani o materji ani o przestrzeni, gdyż ono przestrzeń wymierza, i o materji wieść niesie.

Newton, zapatrzony w prostolinijność promieni świetlnych, pojmował je jakotory korpuskułów świetlnych, światłu przypisał budowę nieciągłą. Huyghens zauważył, że i fale oceanu biegną w linjach niemal prostych, i dowiódł matematycznie, że prostolinijne rozchodzenie się światła może być posuwaniem się fal w idealnym

w ciągły sposób wypełnionym substancją ośrodka. Był on twórcą teorii undulacyjnej światła. Teoria ta zwyciężyła teorię emisyjną, gdy okazało się, że przy przejściu światła przez małe otwory, przy omijaniu przez nie drobnych przeszkód, światło przestaje biec *prostolinijnie*, rozlewa się poza przeszkody, gdy naturę falową światła udowodniono niezbicie przez odkrycie interferencji, regularnej kolejności światel i cieni, łatwo zrozumiałego następstwa nakładania się dwu *ciągów fal*, nigdy zaś dwu *torów* ruchu korpuskułów.

Tak więc teoria ciągłości zapanowała w nauce o świetle i wydawało się to naturalną ilustracją nauki o ciągłości ośrodka w którym światło się rozchodzi. Zapomniano jednak, że choć światło biegnie w przestrzeni, jednak powstaje i ginie w materji. I oto okazało się, że nie można mieć bezkarnie nieciągłej materji w ciągłej przestrzeni, że struktura atomistyczna materji wyciska swe piętno na promieniowaniu.

Skoro materja utworzona jest z atomów, światło wytwarzane być musi i pochłaniane w atomach. Badania doświadczalne ustaliły fakt niewątpliwy, że to, co atom pod postacią światła daje lub zabiera przestrzeni, jest czemś, co z ciągłą naturą światła pogodzić się nie daje. Jak atom jest najmniejszym źdźbłem materji, tak owo „coś” jest najmniejszą do pomyślenia ilością światła, jest elementem energii świetlnej, jest jak go nazwano, kwantem świetlnym. Ilość energii zawarta w kwancie jest ściśle określona dla każdej częstości, t. j. barwy światła, posiada on również ściśle określony pęd, a fakt, że kwant pochłonięty być może całkowicie przez jeden atom, zdaje się wskazywać jasno, że nie może on rozlewać się w sposób ciągły w przestrzeni, lecz po wyjściu z wysyłającego go atomu, biec musi w ściśle określonym kierunku, jak korpuskuł Newton'a. A więc teoria korpuskularna światła rediviva! Mamy tu ową sprzeczność, o której mówiliśmy, a której żadne perswazje nie złagodzą. Sposób rozchodzenia się światła świadczy niezbicie, że

jest ono ruchem falowym ciągłym, mechanizm jego powstawania i pochłaniania równie niezbicie dowodzi jego nieciągłej, korpuskularnej natury.

Jeżeli ciągłość i nieciągłość razem charakteryzują to co atom wytwarza, to tę samą dwoistość odnaleźć musimy i w atomie. Powróćmy więc po tej długiej lecz niezbędnej dygresji do zagadnienia budowy atomu, i zobaczymy, jak to Uranja przekazuje Euterpe porządek wewnątrz atomu.

Ciała drgające, rozważane w akustyce, wyróżniają się tem, że nie są zdolne do wykonywania drgań swobodnych o dowolnej częstotliwości. Ciała te posiadają „widmo” akustyczne, co znaczy, że częstotliwość ich drgań własnych ułożyć możemy w regularny szereg. Szereg ten jest naogół przeliczalny: wyrazy jego podporządkować możemy kolejnym liczbom naturalnym. Istnieje więc analogja między widmem akustycznym ciała drgającego, a widmem optycznym atomu; analogja ta nasuwa przypuszczenie, że za model atomu możemy obrać układ drgający, naturalnie nie dowolny, ale pewnego ściśle określonego typu, który dopiero odgadnąć nam wypadnie.

Nie weźmiemy się jednak do odgadywania, dopóki nie zwalczymy pewnych trudności zasadniczych. Uwagi poprzedzające przygotowały zapewne czytelnika do uchwycenia istoty tych trudności: polegają one na sprzeczności proponowanego obecnie modelu z wyobrażeniem o nieciągłej strukturze materji.

Metody akustyki są metodami teorii ciągłości, a choć ciała drgające składają się z atomów, to jednak jak to wspominaliśmy wyżej, zachowują się jakby były wypełnione w sposób ciągły, a to dzięki niezmiernie wielkiej liczbie atomów. Jeżeli atom ma być układem drgającym, musi albo zawierać niezliczone mnóstwo punktów materialnych, albo posiadać budowę ciągłą. W rozważanych poprzednio modelach atomowych, opartych na zasadach mechaniki niebieskiej, atom zawiera kilka, najwyżej, kilkadziesiąt elektronów, nadmierne pomnażanie liczby składników

atomu, może dzielenie elektronu na jakieś dalsze ździebełka, jest w zasadzie możliwe, pozbawia jednak atomistykę wszelkiego uroku. Obierzemy więc drugą alternatywę: założymy, że w atomie drga jakaś bliżej nam nieznaną substancją ciągłą.

Przestajemy więc mówić o punktach materialnych, o torach, o konfiguracjach, będziemy mówić o falach, o fazach, o promieniach. Mamy tworzyć *mechanikę falową*, przełożyć wszystkie wiadomości nasze o materji na język teorii ciągłości — teorii fal.

Ten nowy słownik zacząć musimy od pierwszego wyrazu. Co oznacza w mechanice falowej ruch punktu materialnego? Czy możemy ruch ten opisać jako rozchodzenie się fali? Fizyk francuski Ludwik de Broglie przekonał nas, że zjawisko, które opisujemy zazwyczaj jako ruch punktu materialnego, zachodziłoby w sposób niemal dokładnie ten sam, gdyby istotą jego było posuwanie się fali, — oczywiście nie rozlanej po całej przestrzeni, ale ograniczonej do wąskiego jej wykrawka, posiadającej, jak mówimy, czoło o małej powierzchni. Fala ta jest szczególnej natury: częstotliwość zachodzącego w niej drgania, prędkość jej ruchu zależna jest od masy i prędkości obserwowanego przez nas punktu materialnego. W języku mechaniki falowej powiedzieliby raczej należało, że częstotliwość i prędkość fali — nazwiemy ją falą równoważną — określa to, co my zauważamy jako masę i prędkość punktu materialnego. Najdziwniejszem jest to, że prędkość fali równoważnej większa jest zawsze od prędkości światła. Nie znamy odpowiednika takiej fali w żadnym innym zjawisku przyrody, i to nas razi na pierwszy rzut oka.

Przy bliższej jednak uwadze, dziwaczność teorii de Broglie'a okazuje się nie większa, niż dziwaczność każdej nowej teorii. Jeżeli Newton mógł interpretować promieniowanie świetlne jako ruch jakichś szczególnych korpuskułów, to czemu nie możnaby, odwrotnie ruchu punktów materialnych zastąpić w wyobraźni szczególnem jakimś promieniowaniem. To że kor-

puskuły Newton'a do żadnych innych nie były podobne, że promieniowanie de Broglie'a nie jest podobne do żadnej znanej formy promieniowania, nie powinno nas dziwić, gdyż w pierwszym wypadku chodzi nam o korpuskuły, które mają być światłem i niczem więcej, w drugim o promieniowanie, które ma mieć własność ruchu punktów materialnych, a żadnych cech innych. Niema w teorii de Broglie'a wewnętrznej sprzeczności, i tylko potępiający wyrok doświadczenia mógłby nas skłonić do odrzucenia jej.

Otóż wyrok doświadczenia istnieje; ale nie tylko nie potępia nowinek francuskiego myśliciela, nie tylko daje im rozgrzeszenie, ale wystawia im nawet całkiem zalegalizowane świadectwo prawdy.

Z teorii falowej świata wynika, że przy omijaniu przez światło przedmiotów, drobnych wobec długości fali, występować muszą zjawiska uginania się i interferencji. Podobnie i mechanika falowa nie może w wnioskach swych pokrywać się całkowicie z mechaniką klasyczną. Ruch falowy może dać pozór prostoliniowego ruchu punktu materialnego, muszą jednak istnieć zjawiska, w których natura falowa materji znajduje swój wyraz; inaczej teoria byłaby tylko czczą formalistyką. Słownik de Broglie'a nie tylko tłumaczy znane oddawna wyrazy, lecz tworzy także nowe.

Z częstości i prędkości fali równowaznej wyliczyć możemy odpowiadającą im długość fali. Gdy punktem materialnym jest elektron o niezbyt wielkiej prędkości, rachunek Broglie'a wykazuje, że długość fali równowaznej jest tego samego porządku wielkości co długość fali Röntgenowskiej. Jeśli tak jest, w rozchodzeniu się elektronów dostrzec winniśmy analogje do sposobów rozchodzenia się promieni Röntgena. Analogje te znane były od chwili odkrycia promieni Röntgena, ale były one raczej natury odwrotnej niż te, które obecnie nas interesują. Mianowicie, wiedzano, że promienie Röntgena bieżą w linjach prostych, ale nie znano zjawisk, w których zachowują się one podobnie do światła, t. j. ulegają odbiciu, lub interferencji.

Od lat piętnastu jednak wiemy, że pro-

mienie Röntgena, padając na kryształy, wykazują piękne zjawiska interferencji, polegające na tem, że promienie te zostają odbite, ale tylko wtedy gdy kąt padania ma pewną wartość ściśle określoną, zależną od długości fali i budowy kryształu. Ale promienie Röntgena znamy już oddawna; mechanika falowa jest najmłodszą z doktryn fizyki, liczy zaledwie lat 3 lub 4. A jednak już od dwóch lat wiemy, że kryształ umieszczony na drodze elektronów działa na nie w zasadniczo ten sam sposób co na promienie Röntgena — występują wtedy takie same zjawiska interferencji, a wyliczona z nich długość fali zgadza się najzupełniej z długością fali teoretyczną, t. j. tą, jaką podaje rachunek de Broglie'a.

Ten świetny sukces nowej teorii ugruntowany już szeregiem prac doświadczalnych, wykonanych w Ameryce, Anglii, Niemczech i w Polsce, uprawnia nas w zupełności do tego, aby mechanikę falową zastosować do zagadnienia budowy atomu. Teoretycy dzisiejsi są zresztą ludźmi śmiałej natury, i nie czekają na przyzwolenie doświadczenia, by spekulacje swe rozwijać.

Fizyk niemiecki Schrödinger we wspaniałym porywie twórczej wyobraźni matematycznej utkał z fal atom, zanim jeszcze eksperymenci zdobili wykryć drobniutkie grzebyki fal bieżących drogami elektronów. — Teorię Schrödingera trudno jest wyłożyć bez wzorów matematycznych, powiemy tu tylko, że wyobraża on sobie atom jako układ drgający, w którym wytwarza się fala stojąca, która tak się ma do fali de Broglie'a, jak fala stojąca w piszczałce organów do bieżącej w powietrzu fali głosowej. W obrazie tem niema orbit elektronowych, do których przyzwyczaili nas rozumowania dawniejsze, w pewnym jednak sensie można powiedzieć że i atom Schrödingera posiada elektrony i to w tej samej liczbie co atom Bohra, a więc atom wodoru 1 elektron, atom helu 2 i t. d. Cała sprawa polega na tem, że zdanie „atom posiada tyle a tyle elektronów“ zostało przełożone na język falowy. Oznacza ono wtedy, że fala stojąca w atomie Schrödingera posiada stopień złożo-

ności tem większy — im więcej elektronów zawiera ten sam atom Bohra. Najprostszym jest, rzecz oczywista, atom wodoru. Schrödinger dowiódł, że drgania własne do jakich zdolny jest atom wodoru ułożyć można w szereg przeliczalny, którego poszczególne wyrazy odpowiadają dokładnie statecznym stanom atomu Bohra. Inna jednak jest w obu teoriach koncepcja powstawania widma atomu wodoru. Według Bohra światło o pewnej określonej częstotliwości, powiedzmy krótko jeden z prążków widma, wysyłany bywa na skutek przeskoku elektronu z jednej orbity na inną. Według Schrödingera ten sam prążek powstaje, gdy w atomie rozbudzone są jednocześnie dwa sposoby drgania własnego, równoznaczne — w myśl wspomnianej dopiero co odpowiedniości obu teorii, — obu statecznym stanom atomu, t. j. orbicie początkowej i końcowej elektronu.

Ogólnie biorąc, dowieść można, że teoria falowa tłumaczy wszystkie te zjawiska, z których zdaje sprawę teoria Bohra. Gdyby nowa teoria nie dawała nic więcej, to i wtedy uważałby ją należało za wielki postęp w stosunku do teorii Bohra. Widzieliśmy bowiem, że teoria ta mimo swe sukcesy, razi swą niekonsekwencją. Do rozumowań mechaniki klasycznej wplata obce im, jakby *ad hoc* wymyślone, warunki kwantowe, przepisujące istnienie pewnych tylko orbit. Teoria Schrödingera jest natomiast całkowicie konsekwentna. Drgania własne atomu nie są obliczone przy pomocy dołączonej do teorii recepty, istnienie ich jest wewnętrzną koniecznością atomu „falowego”, podobnie jak istnienie tonów harmonicznych struny, jest wynikiem jej własności sprężystych.

Tak więc rządy Euterpe w atomie zdają się większy ład i jednolitość zapewniać niż rządy Uranji. Ale nie na tem kończy się wyższość teorii Schrödingera. Idzie ona dalej niż teoria Bohra daje w wielu sprawach lepszą zgodność z doświadczeniem, tłumaczy zjawiska wobec których dawna teoria była bezsilna. Że wypróbowane na atomie najmniej złożonym, na atomie wodoru, obie teorie dają wyniki zgodne, to jeszcze nie dosyć by jedną z

nich wywyższać. Możliwość wyboru między nimi powstaje wtedy dopiero, gdy stosujemy je do atomów bardziej zawiłych. Atom helu, który jak to wspominaliśmy, w stanowczy sposób oparł się próbom urządzania go według recepty Bohra, potraktowany metodą Schrödingera ukazał drgania własne, doskonale odzwierciadlające budowę widma tego pierwiastka. Może wolno z faktu tego wysnuć wniosek, że mechanika falowa bliższa jest sedna spraw atomowych, niż mechanika klasyczna, nawet wsparta o receptę kwantową.

A jednak i mechanice falowej nie możemy oddać materji we władanie niepodzielne. W słownictwie tego nowego języka naukowego znajdujemy wyrazy na wszystkie prawie właściwości ruchu elektronów, nie zdołamy jednak zapewne wyrazić w nim faktu że elektron jest bądź co bądź idealnym niemal punktem materialnym. Fala jest rozlewna, punkt materialny jest skupiony. Nie potrafimy fali de Broglie'a skupić w punkcie materialnym, podobnie jak fali świetlnej nie zdołamy rozbić na kwanty świetlne. Teoria nieciągłości i ciągłości muszą nadal istnieć obok siebie. Natura ma dwa oblicza, ukazuje nam raz jedno, raz drugie.

Czy ta dwoistość jest wynikiem braku jednolitości w planie przyrody? Nie sądzimy dziś, aby tak było. To tylko wysiłki nasze skonstruowania jednolitego obrazu zdarzeń atomowych skazane są ze względów zasadniczych na niepowodzenia. Wszystkie ciała w wszechświecie zbudowane są z atomów. Ale zmysłem naszym dostępne są tylko *ciała*, na naszą wyciętą miarę, one są dla nas jedyną rzeczywistością, w nich czerpiemy materiał do naszych teorii. Modele atomów tworzymy z ciał, które same z atomów są stworzone. Czy metoda ta nie jest doskonałym przykładem błędnego koła? Ale w kole tem obraca się nasze własne istnienie; wyjść poza nie nie potrafimy. Nie ubolewajmy zatem nad niedoskonałością naszych teorii, radujmy się raczej tem, że choć nie stworzeni na miarę atomów, posiadamy jednak organizację umysłu, która pozwala nam podejść tak blisko do zagadki budowy atomu.

ZMIANY W ORGANIZMACH W ZALEŻNOŚCI OD POBYTU NA ROZMAITYCH WYSOKOŚCIACH NAD POZIOMEM MORZA

Napisała

JADWIGA VIEWEGEROWA

W XVI w. zwrócono już uwagę na fakt, iż przejście z nizin na pewne wysokości wywołuje niezwykle objawy w organizmach zwierzęcych. W wieku ubiegłym, a szczególnie w ostatnich latach, zajmowano się szczegółową analizą powyższego zagadnienia. Kwestja ta staje się z dniem każdym ważniejszą, jeżeli weźmiemy pod uwagę, iż dotyczy ona nie tylko podróżnych, wspinających się na góry, lecz i lotników, zmuszonych często wznosić się znacznie wyżej.

Badania, dotyczące górskiej choroby, przyczyn jej, oraz sposobów zapobiegania, prowadzone były w dwóch kierunkach. Jeden—to obserwacja objawów, zachodzących w warunkach naturalnych, a więc u podróżnych w górach, u aeronautów w balonach, u lotników w samolotach, oraz badania przystosowań organizmów, przebywających stale na znacznych wysokościach nad poziomem morza.

Drugi kierunek opierał się na badaniach w warunkach, wytworzonych sztucznie, w których badacz miałby możliwość nieprzerwanej obserwacji, oraz rejestracji przy pomocy odpowiednich przyrządów, wymiany oddechowej, warunków termicznych i t. d.

Wysokość, jaką może osiągnąć człowiek idący pieszo, nie jest bardzo znaczną. Dotychczasowy rekord należy do słynnej ekspedycji H. Burga, który doszedł na Mont-Ewerest do 8.100 m.

Dwaj członkowie tej wyprawy ruszyli dalej i zdawało się, iż bez wielkiego wysiłku osiągnęli 8.800 m., lecz śmiercią przypłacili to zwycięstwo.

Najwyższa wysokość, osiągnięta balonem przez dwóch Niemców, Bersona i Züringa, wynosi 11.000 m. przy ciśnieniu barometrycznym, wynoszącym 180 mm. Hg. Aczkolwiek przy wzlocie stosowano tlen do oddychania, jednakże obaj aeronauci

utracili przytomność, prawdopodobnie na skutek niedokładności w przyrządach.

Zaznaczę tutaj, iż naogół biorąc wzlot balonem jest bardziej utrudniony przez siłę wznosną balonu, niż przez inne przeszkody, utrudniające wznoszenie się pieszo lub na samolotach.

Lotnicy w tych ostatnich znajdują się w dużo trudniejszych warunkach. Rekordowa ich wysokość wynosi 12.800 m. Temperatura na tej wysokości jest niska. Można ją obliczyć w przybliżeniu, biorąc pod uwagę, iż do wysokości 1.000 m. temperatura spada mniej więcej o 1° co każde 100 m. Powyżej 1.000 m. spadek jest mniejszy, wynosi 0,5°, a nawet mniej. Do dokuczliwego zimna, przed którym lotnikowi trudniej zabezpieczyć się, niż aeronaucie, dołącza się jeszcze silny przewiew, którego brak w balonie, unoszonym w kierunku wiatru, oraz większy wysiłek psychiczny i mięśniowy.

Badania w sztucznie wytworzonych warunkach mają miejsce w klatkach próżniowych, z których można zapomocą mechanizmów zewnętrznych i wewnętrznych stosować odpowiednie do danej wysokości nad poziomem morza rozrzedzenie atmosfery, zmieniać ilościowy skład jej gazów, temperaturę, robić pomiary ciśnień, stężenia jonów wodorowych, zapisywać dane, dotyczące zmian oddechowych, wyników pracy, zmian w temperaturze organizmu, w działaniu serca i t. d.

Jedna z takich najlepiej zaopatrzonych klatek znajduje się w Bourget we Francji, w porcie lotniczym. Pojemność jej wynosi 42 m³. W klatce tej jeden z lotników w doświadczeniu prowadzonym przez Garsaux i Béhague wytrzymał warunki, odpowiadające wzniesieniu do 13.000 m.

Zaznaczę tutaj, iż na podstawie doświadczeń oraz teoretycznych wyliczeń ostatnie badania uczonych określają teoretyczną, maksymalną wysokość, na jaką wnieść

się może człowiek przy najlepszych warunkach i przy stosowaniu oddychania tlenem na 17.000 m. co odpowiada ciśnieniu 66 mm. Hg. (Béhague, Garsaux, Richet—syn, 1928).

Chwila pojawienia się choroby górskiej, noszącej obecnie bardziej odpowiednią nazwę choroby wysokości, zależną jest od wielu warunków. Temperatura, zmęczenie, przyzwyczajenie, indywidualny stan zdrowia odgrywają dużą rolę. Człowiek, nie wykonywujący ruchów, zabezpieczony od zimna, może bezkarnie wnieść się znacznie wyżej, niż ten, który idąc i niosąc ciężar, spełnia dużą pracę. Podróżni w kolei żelaznej w Górach Skalistych mogą bezpiecznie przebywać wysokość 4.290 m., gdy u pieszych objawy występują przeciętnie na wysokości 3.000 m., często już powyżej 2.000 m., a czasem nawet na wysokości 1.000 m.

Przyzwyczajenie do pobytu na znacznej wysokości ma bardzo duże znaczenie. Mieszkańcy Meksyku (2.240 m.), Boliwji (4.000 m.) nie wykazują objawów patologicznych. Karawany, składające się z mieszkańców wyżynnego Tybetu, przechodzą przez przejście na wysokości 5.838 m. nie podlegając poważniejszym wypadkom.

Meteorologiczne warunki wywierają również swój wpływ: silne promienie słońca oraz brak wiatrów potęgują naogół objawy (G. Bayer, 1925).

Choroba górską zaczyna się przedewszystkiem od bólu i zawrotów głowy, pojawiają się nudności, duszność, djarja, brak apetytu, przyspieszone bicie serca i oddechu, senność, często zanik pamięci oraz najzwyklejszych umiejętności: np. pisanie. Tym wszystkim objawom towarzyszy stale wzrastające osłabienie, zwane *astenją*, które czyni ostatecznie organizm niezdolnym do najmniejszego wysiłku. Znany jest przykład lotnika, który na wysokości 6.000 m. nie był w stanie dokonać małej reperacji pompki oliwnej. U pieszych zdarza się, że ostatnie 20 — 30 m, pozostające do dojścia do celu podróży, wymagają pół godziny i więcej czasu. Oczywiście i w tym

przypadku przyzwyczajenie i wytrenowanie odgrywa ogromną rolę. Dr. Kellas wchodził 200 m. na godzinę na wysokości 6.400 m. Jednakże i ten podróżnik w kilka lat później padł ofiarą górskiej choroby w wyprawie na Mont - Ewerest.

Jeżeli człowiek, mimo wszystkich powyższej przytoczonych naturalnych ostrzeżeń organizmu, wznosi się wyżej, mogą wystąpić objawy najgroźniejsze i ostateczne — zemdlenie i śmierć.

Przy schodzeniu z gór wszystkie powyższe objawy szybko ustępują.

Podróżni w balonach podlegają mniej więcej tym samym objawom. Nie wykonywując jednak znaczniejszego wysiłku mięśniowego i przy lepszym zabezpieczeniu od zimna, mogą wznosić się wyżej, nie narażając się zbytnio na niebezpieczeństwo. Jedyne znane wypadki śmiertelne miały miejsce po wzlocie do 8.600 m, przyczem dwaj aeronauci Croce - Spinelli i Sivel padli ofiarą tego doświadczenia, a trzeci, Tissandier zemdlał.

Objawy u lotników również nie różnią się od poprzednich. Natomiast przy obniżaniu się samolotu są one nieco odmienne. Lotnicy uczuwają wówczas niepokój, bicie serca, żar twarzy, ból w uszach; przy lądowaniu znane są przypadki silnego podniecenia nerwowego. Pewien lotnik angielski, wracając z wywiadu, wpadł w szal i rozpoczął strzelaninę do własnej eskadry, biorąc ją za nieprzyjacielską. Czasem znów odwrotnie, występuje stan kompletnego wyczerpania oraz nieprzewyciężonej chęci do snu. Podczas wojny częste były fakty, iż lotnik po wysokim wzlocie natychmiast po lądowaniu zasypiał na 24, a nawet na 36 g.

Stwierdziwszy fakt, iż u organizmów nieprzyzwyczajonych, objawy choroby wysokości występują zawsze, możemy przypuścić, iż ludzie i zwierzęta, przebywający stale na wyżynach i nie podlegający chorobie, wykazują pewne przystosowania. I tak jest w rzeczywistości, stwierdzono bowiem u nich szereg zmian w organizmach. Jedną z nich jest *polyglobulja*. U ludzi mieszka-

jących na nizinach przeciętna liczba czerwonych ciałek krwi wynosi: dla mężczyzn 5 milionów, dla kobiet 4 i pół miliona; liczby te wzrastają już na wysokości 1000 m nad poziomem morza do 6 milionów, a na wysokości 4000 m do 8 milj. Przyczyny tego zjawiska, ustalonego również u zwierząt, nie są dostatecznie wyjaśnione, prawdopodobnie pozostają one w związku ze zwiększeniem pojemności oddechowej krwi.

Fitz - Gerald przeprowadziła szereg ścisłych pomiarów nad procentową zawartością hemoglobiny we krwi ludzkiej, w zależności od stałego pobytu na różnych wysokościach w Górach Skalistych i stwierdziła bardzo regularną odwrotną zależność od ciśnienia barometrycznego, to zn. wzrastanie % ilości hemoglobiny w miarę obniżania ciśnienia barometrycznego.

Inną zmianę stałą obserwował fizjolog belgijski, Heger i de Meyer (1912), który stwierdził u zwierząt, przebywających stale na znacznych wyżynach, iż prawa strona serca jest większa, niż u zwierząt nizinnych. Niektórzy uczeni obserwowali zwiększenie pojemności klatki piersiowej (Jourdanet, Mosso), kwestja ta jednakże pozostaje sporną (Ocaranza, Irquierdo).

Przypuszczalnie ma miejsce również pewne przystosowanie systemu nerwowego, polegające, według zdania niektórych uczonych, na zmianach we wrażliwości ośrodków oddechowych na działanie obniżonego ciśnienia oraz mniejszych ilości we krwi dwutlenku węgla, o czym poniżej będzie mowa.

Wspomnę jeszcze o regulacyjnych procesach, dotyczących zmian w stężeniu jonów wodorowych we krwi oraz innych, z tem związanych, na które organizm reaguje, wydalając zwiększone ilości amoniaku w postaci mocznika (dla utrzymania normalnego P_H krwi *).

W doświadczeniach, czynionych w warunkach sztucznie wytwarzanych rozma-

tych wysokości nad poziomem morza, otrzymano wyniki, które dały możność badaczom ściślejszego powiązania różnorodnych zjawisk, oraz przeprowadzenia takich pomiarów, które w warunkach naturalnych byłyby nieraz nazbyt utrudnione (np. doświadczenia operacyjne, jak pomiary ciśnienia arterjalnego, P_H , oraz liczby ciałek krwi i t. d.).

Doświadczenia te dały również możność ustalenia działania jednego tylko czynnika z wyłączeniem innych (np. wpływu wyłączenie temperatury na organizm, znajdujący się na pewnej wysokości).

Jako materjał doświadczalny, oprócz ludzkiego, stosowano często króliki, których organizm reaguje w danych okolicznościach podobnie do człowieka.

W klatce próżniowej objawy *astenji* (osłabienia), z początku lekkiej, występują u królika powyżej 4000 m. *Astenji* towarzyszy wzmożenie się czynności oddechowej: z normalnych 50 oddechów na minutę liczba ta wzrasta do 200 na wysokości 6.000 m. Powyżej jednak następuje dość szybki spadek do 30, a nawet 20 oddechów, które stają się nieregularne, aż do całkowitego zaniku na wysokości 12.000 — 13.000 m. (Garsaux, Béhaque, Richet - syn, 1928).

U ludzi obserwowano dwa typy zjawisk: u jednych rytm oddechowy jest przyspieszony, lecz jednocześnie oddech staje się płytszy. Typ ten jest pospolitszy. U innych przy zwolnionym rytmie oddech jest głębszy.

Powyższe zmiany w rytmie oraz zaburzenia oddechowe występują na skutek obniżonego ciśnienia rozrzedzonego powietrza. W organizmie zmniejsza się również ciśnienie cząsteczkowe tlenu i dwutlenku węgla w pęcherzykach płucnych, w których zachodzi wymiana gazowa. Tlen w zbyt małej ilości i pod zbyt niskim ciśnieniem przenika do krwi, natomiast dwutlenek węgla, czynnik drażniący ośrodki oddechowe, wydziela się nadmiernie.

Zmiany w ciśnieniu dwutlenku węgla

*) Uwaga. O P_H p. artykuł we „Wszechświecie” Nr. 10 r. 1928.

ilustruje szereg liczb wziętych z tabeli Fitz-Geralda (1912 — 1913).

| Wysokość w metrach nad poz. morza | Ciśn. barom. | Ciśnienie CO ₂ w pęcherzykach płuc w mm. Hg. |
|-----------------------------------|--------------|---|
| Poziom morza | 748 | 39,2 |
| 1.554 | 625 | 36,0 |
| 2.704 | 550 | 30,1 |
| 3.444 | 502 | 28,0 |
| 4.300 | 458 | 27,0 |

Jednocześnie z zaburzeniami oddechowymi można obserwować spadek temperatury ciała czyli *hypotermję*, przyspieszenie rytmu serca i zmiany w ciśnieniu arterialnym.

Powyżej 11.000 m. astenja jest kompletna; w przypadku doświadczeń nad królikiem, można obserwować iż zwierzę leży bez ruchu, zanikają nawet wszelkie odruchy: oko, przylegające do ścianki z miki w klatce próżniowej, pomimo silnych wstrząsów, przestaje mrugać. Na wysokości 13.000 m przy szybkim obniżaniu ciśnienia, a na 12.000 m, przy powolnym — zwierzę przestaje żyć.

Zaznaczyć należy, iż wszystkie objawy występują znacznie wcześniej (na wysokości koło 7000 m.), o ile do czynnika zmiany w ciśnieniu dołączyć wpływ niskiej temperatury, pracy i t. d. Przy stopniowym zwiększaniu ciśnienia powyższe objawy zmniejszają się i szybko ustępują, natomiast u królika zjawiają się często konwulsje. Obserwowano również paraliż tylnych kończyn. Te dwa objawy zachodzą przy zbyt gwałtownym zwiększeniu ciśnienia.

Dla wytłumaczenia objawów choroby górskiej istnieje cały szereg teoryj, z których przytoczę główniejsze, mające za sobą największe podstawy prawdopodobieństwa.

Teorja *Akapui* (od „Capuos” — dym), twórcą której jest fizjolog włoski *Mosso* (1898), opiera powyższe objawy na niedobrze w organizmie dwutlenku węgla — skutek nadmiernego wydalania go, spowodowanego zmniejszeniem cza-

steczkowem tego gazu w pęcherzykach płucnych (p. wyżej). Gaz ten w zmniejszonej ilości i przy obniżonym ciśnieniu we krwi nie może w dostatecznej mierze drażnić ośrodków oddechowych.

Druga teorja, *anoksemji*, zapoczątkowana przez *Jourdaneta* (1861), rozwijana przez *Paul Berta* (1878) i jego szkołę, dotyczy wpływu ciśnienia tlenu na wytwarzanie się oksyhemoglobiny.

Na pewnej wysokości ciśnienie cząsteczkowe tlenu staje się zbyt słabe dla wytworzenia połączeń tego gazu z hemoglobina, przyczem obniżone ciśnienie dwutlenku węgla odgrywałoby również ujemną rolę. Krew nie zdąża utlenić się, przechodząc przez płuca.

Powyższe teorje nie wyłączają wpływu innych jeszcze czynników, przytoczonych przez szereg badaczy np. wpływu chemicznego składu atmosfery (*Vigneron*, 1924) elektryczności (*Knoche*, 1910) i t. d. Natomiast z teorją *anoksemji* stoi w sprzeczności hipoteza *mechaniczna* *Kroneckera* (1903), który wraz z *Hegerem i de Meyerem* (1912) twierdzi, iż skutek zmian w ciśnieniu występuje w płucach *hyperemja* (przekrwienie), oraz zjawisko wtórne w organizmach przystosowanych — zwiększenie prawej komory serca.

Wobec nieustalonych przyczyn choroby trudne, oczywiście, są sposoby zapobiegania jej. W wielu przypadkach stosują kofeinę, olejek kamforowy, alkohol, z wątpliwym zresztą, a ten ostatni środek, z wręcz szkodliwym często skutkiem. Najlepsze dotychczas wyniki dało oddychanie gazem ze zwiększoną zawartością tlenu, z dodatkiem CO₂, lub nawet czystym tlenem.

Co do tego ostatniego sposobu są jednak poważne zastrzeżenia. Szereg doświadczeń wykazał, iż pobyt w atmosferze o zbyt wysokiej zawartości tlenu (80% dla królika) jest szkodliwy, a nawet śmiertelny. (*Achard, Binet, Leblanc*, 1927 r.).

Powyższe zagadnienia, niezmiernie ważne dla rozwoju lotnictwa w szczególności, stanowią obecnie przedmiot poważnych i owocnych studjów wielu uczonych.

SPRAWOZDANIE Z LITERATURY

A. BOUTARIC. *Życie atomów. Lwów 1927. Nakładem Państwowego Wydawnictwa książek szkolnych w Kuratorjum Okręgu Lwowskiego. Przekład S. Klemensiewiczowa, str. VIII + 252.*

Na sprawę popularyzacji fizyki inny będzie z konieczności pogląd t. zw. inteligentnego czytelnika, inny — fizyka. Ten ostatni ma słabość do uważania fizyki za przedmiot najbardziej ze wszystkich godny uwagi, i z entuzjazmem wita wszelkie próby rozpowszechnienia jej zdobyczy wśród publiczności. Publiczność jednak jest jak zepsute dziecko, które wszyscy usiłują zabawić i zaciekawić; o jej względy ubiegają się nauka, sztuka, sport, polityka. Specjaliście trudno jest ocenić, w jakim stopniu książka z tego zakresu zdoła wyjść zwycięsko z tej rywalizacji; to też byłoby może rzeczą właściwą, aby recenzję o książce popularno-naukowej pisał przedstawiciel tej licznej rzeszy, dla której jest ona przeznaczona, nie tego szczytłego grona, którego myśli i prace odzwierciedla. Ale utarty zwyczaj chce inaczej; dlatego kreślę tych kilka uwag o „Życiu atomów“.

Fizyka jest nauką, która uchodzi za „trudną“, ponieważ zrozumienie jej zasad jest niemożliwe bez znajomości wyższej matematyki. Zato przedmiotem jej jest zbiór faktów często prostych, powszechnie znanych, wszystkim rzucających się w oczy. Metody fizyki doświadczalnej są wzorem postępowania naukowego w badaniu natury; jej uogólnienia są treścią, którą karmi się od początku swego istnienia, aż po dziś dzień, filozofia; a jej zdobycze trafiają do ogółu, nawet nie czytającego książek, w swej najbardziej uderzającej, bo bezpośrednio użytecznej formie. Te prawdy ogólne są może szczególnie słuszne w dobie obecnej, dobie radja, aeroplanu, zasady względności, transmutacji pierwiastków, teorii budowy atomu. W fizyce współczesnej jest niewątpliwie dosyć materiału na to, aby „trafiła pod strzechy“, a w duszy każdego niepozbawionego kultury człowieka dość strun, które umiejętnie uderzone, zadrgać muszą żywym oddźwiękiem na jej dobrą nowinę.

Piśmiennictwo zagraniczne obfituje w książki popularno-naukowe z fizyki, nasze jest w tym dziale niezmiernie ubogie. Dlatego pojawienie się „Życia atomów“ należy powitać z radością, którą jednak w pewnym stopniu osłabia żal, że mamy przed sobą przekład z obcej literatury.

„Życie atomów“ podaje w zwięzłej postaci materiał bardzo obfity. Rozdział pierwszy p. t. „Atomy i drobiny“ traktuje o podstawach fizyczno-chemicznych atomistyki i o jej świetnych sukcesach doświadczalnych, nierozdzielnie związanych z nazwiskiem Perrin'a. Rozdziały II („Jony“), III („Elektron“), IV („Promienie dodatnie“) prowadzą czytelnika od dziedziny ato-

mów elektrycznie obojętnych do tej postaci atomistyki, której nie mogli przeczuwać jej twórcy, do atomistyki „elektrycznej“. Mówią te rozdziały o teorii dysocjacji jonowej elektrolitów, o jonach w gazach, o naboju elementarnym, o elektronach, o cząsteczkach elektryczności dodatniej; są więc ich treścią najważniejsze, najbardziej podstawowe fakty na których opiera się fizyka nowoczesna. Elektron wsiąkł tak dalece w nasz sposób myślenia, że nie umiemy wyobrazić sobie rozumowania fizycznego, któremu pojęcie elektronu byłoby obce, ale dopiero w końcu wieku ubiegłego zdołano z materji wy dostać wolną, niematerjalną elektryczność, od atomów materjalnych oderwać atomy „czyste“ elektryczności.

Jeżeli wolno poszczególne epoki fizyki charakteryzować liczbami, mającymi dla tych epok znaczenie wyjątkowe, byłibyśmy skłonni do uważania liczby $4,77 \cdot 10^{-10}$ (t. j. wartości naboju elementarnego, naboju elektronu) za symbol fizyki początku naszego wieku, dla okresu energetyki, okresu Faraday'a i Helmholtza. Symbolem tym byłyby liczby $4,18 \cdot 10^{-7}$ (równoważnik mechaniczny ciepła) i 9665 (stała Faradaya). Ale fizyka postępuje bardzo szybko naprzód: nasze czasy nie są czasami elektroniki, lecz zasady względności i teorii kwantów, i w tym sensie stoją pod znakiem liczb $2,998 \cdot 10^{10}$ (prędkości światła) i $6,55 \cdot 10^{-27}$ (stała Plancka).

Rozdział V poświęcony jest promieniom Röntgena. Główny nacisk położony jest na wyjaśnienie natury falowej tych promieni, i na znaczenie widm röntgenowskich dla klasyfikacji pierwiastków w układzie periodycznym.

W rozdziale VI wyłożone są najważniejsze fakty z dziedziny promieniotwórczości. W rozdziale tym w interesujący sposób przedstawiona jest filozoficzna strona zagadnienia rozpadu atomów oraz zaznaczone są zastosowania promieniotwórczości w technice, medycynie i geologii.

Rozdział VII traktuje o budowie atomu. Teoria Bohr'a podana jest w najogólniejszych zarysach; sporo miejsca zajmuje rozważanie o jedności i ewolucji materji, oraz o wewnętrznej energii atomów.

Wykład jest jasny i ścisły; liczba wzorów matematycznych, zresztą bardzo prostych, wprowadzona do minimum; niektóre trudniejsze wywody matematyczne odesłane do przypisów. Rysunki w tekście są dobrze wykonane i przejrzyste; na szczególną uwagę zasługują doskonałe reprodukcje kilku słynnych klisz Wilson'a, Thomson'a i Lau'ego. Szata zewnętrzna książki przynosi chlubę wydawnictwu. Przekład jest na ogół bardzo dobry; niektóre jednak wyrażenia

np. „reszty atomowe“, lub „wózki do przewożenia elektryczności“ nie są zbyt szczęśliwe.

„Życie atomów“ daje wiele wiadomości, jest książką pożyteczną i pouczającą. Wadą jej jest może brak jednolitości i nadmiar faktów. Książka popularna nie jest podręcznikiem; nie uczy, lecz zachęca do nauki. Celem jej jest odsłanianie horyzontów, nie zaś nagromadzanie interesujących skądinąd szczegółów. Należy pamiętać o tem, że stosunek publiczności do nauki jest bierny, że czytelnik lęka się wysiłku. Uwagę jego trzeba rozbudzić, trzeba zelektryzować, trzeba nieustannie trzymać ją w napięciu; przez rozpraszanie tematu na zbyt liczne szczegóły osiąga się zazwyczaj skutek odwrotny. Nasuwa mi się jeszcze myśl, że książka popularna musi być aktualna; nie jest nią książka Boutaric'a. Pomiędzy już, że w kilku miejscach głosi poglądy, które nauka obaliła, np. pomysły Langmuir'a o budowie atomu, lub Lockyer'a o ewolucji reakcji w ciałach niebieskich. Ważniejsze jest może to, że w nauce są dzisiaj na porządku dziennym inne zagadnienia niż te, o których mowa jest w „Życiu atomów“. Elektronikę już przeżyliśmy, entuzjazmowali się nią w początku stulecia, dziś

odłożyliśmy ją do muzeum. Stoimy obecnie, jak to zaznaczałem, pod znakiem teorii kwantów, nawet teoria względności, choć pełna niewyczerpanych jeszcze możliwości, przeszła wobec niej na plan dalszy.

Zaznaczałem we wstępie, że chcę pisać ze stanowiska fachowego, muszę jednak zakończyć tę recenzję kilkoma uwagami z punktu widzenia ogólnych potrzeb naszego piśmiennictwa naukowego. Przygotowanie naszej czytającej publiczności z fizyki jest niewątpliwie niższe, niż na zachodzie; owe najnowsze, porywające pięknem swem teorie byłyby może dla niej niedostępne nawet w wykładzie popularnym. Fakty i teorie podane w „Życiu atomów“ są prostsze, są bardziej zrozumiałe; znajomość ich jest niezbędna do opanowania teorii nowoczesnych. Popularyzacja fizyki leży u nas odłogiem; należy pragnąć, aby ukazanie się „Życia atomów“ było zwiastunem poprawy stosunków w tej dziedzinie. Przeczytanie tej książki przygotuje czytelnika do zrozumienia zagadnień bardziej aktualnych, które oby jaknajszybciej doczekały się opracowania przez siły swojskie i ukazały się na rynku księgarskim.

L. W.

WIADOMOŚCI BIEŻĄCE

Z MORSKIEGO LABORATORJUM RYBACKIEGO W HELU

Srednie miesięczne temperatury naszych wód przybrzeżnych Bałtyku w r. 1928 na podstawie pomiarów czynionych w punkcie stałym (odległym o 1 km. w kierunku SW od portu helskiego) na powierzchni, w 10 m., 20 m., 30 m. i 40 m.

K. D.

| Miesiące | 0m. | 10m. | 20m. | 30m. | 40m. |
|-----------------------|------|------|------|------|------|
| Styczeń | 1,3 | 1,6 | 2,2 | 2,5 | 2,7 |
| Luty | 0,7 | 0,8 | 1,2 | 1,3 | 1,5 |
| Marzec | 1,1 | 1,0 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| Kwiecień | 6,1 | 4,7 | 2,7 | 2,6 | 2,6 |
| Maj | 7,1 | 5,5 | 4,5 | 4,1 | 3,9 |
| Czerwiec | 10,4 | 9,7 | 9,1 | 8,8 | 8,7 |
| Lipiec | 16,2 | 15,1 | 13,4 | 13,0 | 12,2 |
| Sierpień | 15,9 | 15,5 | 15,0 | 14,4 | 13,1 |
| Wrzesień | 15,4 | 15,3 | 15,1 | 15,1 | 14,6 |
| Październik | 12,3 | 12,3 | 12,3 | 12,2 | 12,1 |
| Listopad | 9,4 | 9,3 | 9,3 | 9,3 | 9,3 |
| Grudzień | 5,1 | 5,3 | 5,6 | 5,7 | 5,9 |

II ZJAZD CHEMIKÓW POLSKICH W POZNANIU.

Polskie Towarzystwo Chemiczne zwołuje w Poznaniu w czasie od 2—4 lipca 1929 r. II Zjazd Chemików Polskich. II Zjazd będzie miał za

zadanie, podobnie jak i I Zjazd w 1923 r. przegląd sił naukowych, technicznych i pedagogicznych oraz dorobku twórczego za ostatnie pięćciolecie, jak również bliższe zetknięcie się chemików całej Polski.

Podczas Zjazdu czynne będą 4 sekcje: 1) chemii nieorganicznej i fizycznej, 2) chemii organicznej i biologicznej, 3) technologicznej, 4) pedagogicznej.

Ostateczny termin zgłaszania referatów na Zjazd — 1 lutego 1929 r.

Skróty referatów wraz z zaznaczeniem sekcji, na której mają być wygłoszone, uprasza się nadsyłać pod adresem: Sekretariat Polskiego Towarzystwa Chemicznego, Warszawa, Politechnika, Polna 3.

Ze względu na doniosłość zadań i celów Zjazdu Chemicznego, które w danym wypadku podkreślone są wyborem Poznania, jako miejsca Zjazdu, podczas trwania Powszechnej Wystawy Krajowej Komitet wykonawczy zjazdu zwraca się do wszystkich chemików, pracujących na polu naukowym, technicznym i pedagogicznym z prośbą, aby zechcieli przyjąć udział w Zjeździe. Członkiem Zjazdu może być każdy, kto przesła do Głównego Komitetu Wykonawczego (Warszawa, Politechnika, Polna 3, Polskie Towarzystwo Chemiczne) odpowiednie zgłoszenie oraz wpłaci składkę członkowską w wysokości 15 zł.