

UNIwersytet warszawski

UNIVERSITAS VARSOVIENSIS

M O W Y

RECTORUM

REKTORSKIE

ORATIONES

4

---

STEFAN PIEŃKOWSKI

# O ZMIENNOŚCI ATOMÓW

MOWA WYGŁOSZONA PODCZAS UROCZYSTEJ INAUGURACJI ROKU  
AKADEMICKIEGO 1925-26 W DNIU 18 PAŹDZIERNIKA 1925



---

NAKLADEM UNIwersytetu. SKŁAD GŁÓWNY: „KSIĄŻNICA – ATLAS”

WARSZAWA

1927

UNIwersytet warszawski

M O W Y

Rektorskie

UNIVERSITAS VARSOVIENSIS

RECTORUM

ORATIONES

STEFAN PIENKOWSKI

# O ZMIENNOŚCI ATOMÓW

MOWA WYGŁOSZONA PODCZAS UROCZYSTEJ INAUGURACJI ROKU  
AKADEMICKIEGO 1925-26 W DNIU 18 PAŹDZIERNIKA 1925



---

NAKŁADEM UNIWERSYTETU. SKŁAD GŁÓWNY: „KSIĄŻNICA – ATLAS“

WARSZAWA

1927

Dostojni Goście!

Szanowni Koledzy!

Droga Młodzieży!

Witam Was serdecznie i dziękuję za ten dowód zainteresowania się życiem naszego Uniwersytetu, jakim jest przybycie Wasze na uroczysty akt otwarcia nowego roku akademickiego.

Zaufanie i wola Kolegów włożyły na mnie obowiązki rektorskie i tem samem powołały do piastowania związanej z temi obowiązkami godności.

Uniwersytet, wręczając mi przez ręce ustępującego Rektora insygnja rektorskie, symbolizuje tem, iż nakłada obowiązki, powierza władzę i przyjmuje ślubowanie oddania się sprawom uczelni.

Przyjmując te obowiązki, pragnę złożyć gorące podziękowanie ustępującemu p. Rektorowi i pp. członkom Senatu za te wielkie usługi, jakie oddali uczelni naszej, nie szczędząc swych sił i pracy. Ze specjalnie gorącym podziękowaniem winienem się zwrócić do Ciebie, P. Prorektorze; zasługi Twe zostały skrętnie usunięte z odczytanego nam tutaj sprawozdania. W oczach jednak wszystkich obeznanych z życiem Uniwersytetu występują one wyraziście. Trzymając rękę na pulsie życia Uniwersytetu, badałeś je z całą uwagą i, pełen kryształowych uczuć i zamierzeń, oddawałeś wszystkie swe siły jego istotnemu wzmocnieniu. Nigdy nie spotykaliśmy się z formalnem załatwieniem stawianych przez życie zagadnień i trudności; zawsze otrzymywaliśmy rozwiązanie realne, podyktowane serdeczną życzliwością i troską o dobro Uniwersytetu. Prace te zjednały Ci trwałą cześć i wdzięczność. Nie wątpię, iż nie poskąpisz mi swej pomocy w sprawowaniu mych trudnych obowiązków i czerpię w tem otuchę.

Zwracam się również z uprzejmą prośbą do pp. członków Senatu i drogich Kolegów, aby zechcieli służyć mi pomocą i światłemi radami.

Przed chwilą słyszeliśmy, jakim było życie Uniwersytetu w ubiegłym roku akademickim. Z niezwykłą jasnością zostały uwypuklone przez p. Prorektora tak jego strony dodatnie, jak i ujemne. Z całokształtu tego wyłania się obraz tych niezwykle ciężkich warunków, w jakich uczelnia nasza ma się rozwijać, lecz również uwypukla się ten obraz coraz to silniej i bujniej, pomimo ścieśniających je ram, narzuconych przez warunki, rozwijającego się życia. Z wielką też radością możemy stwierdzić, iż wyjątkowe upośledzenie Uniwersytetu Warszawskiego zaczyna ulegać zmianie na lepsze.

Uniwersytet w podwójnej swej roli placówki naukowej i szkoły, dającej wykształcenie programowe w pewnych kierunkach, w linii swego rozwoju kłaść musi główny nacisk na swą działalność naukową.

Naszym obowiązkiem jest zapoznać młodzież ze współczesnym stanem wiedzy, aż do ostatnich jej zdobyczy. Nierównie jednak większym i bardziej doniosłym jest obowiązek postawienia na wysokim poziomie Uniwersytetu jako ogniska twórczej pracy naukowej. Całe wieki ewolucji wytworzyły z Uniwersytetu ostoję prac badawczych, wzmacniając stopniowo ten charakter uczelni i narzucając jej całą powagą opinii narodów cywilizowanych — wymagania wydajnej pracy naukowej. Ważkie potwierdzenie uznania doniosłości społecznej tej roli znajdujemy w ostatnich latach we fakcie, iż placówki czysto badawcze na Uniwersytetach zostają bardzo silnie wzmocnione.

W niektórych krajach jak naprz. w Anglii, w Holandji utworzono specjalne katedry badawcze, których przedstawiciele są częściowo lub nawet zupełnie uwolnieni od obowiązków pedagogicznych. Może użyłem tutaj wyrazu zbyt ogólnego. Katedry te nie są obciążone wykładami, egzaminami i t. p., ciąży jednak na nich obowiązek natury pedagogicznej wdrażania młodych adeptów nauki do pracy badawczej, twórczej.

Jeśli jakiś uniwersytet jest przedmiotem dumy danego narodu, jak naprz. Cambridge, jeśli założenie uniwersytetu w jakimś mieście jest uważane jako zaszczytne jego wyróżnienie, jeśli jak w Leydzie naprz. zrobiono to w celu odznaczenia miasta, to opinja ta, wytworzona przez długie wieki, nie brała za podstawę tej czy innej ilości wyszkolonych pracowników zawodowych, a przedmiotem dumy jest jasność rozpalonego ogniska wiedzy, jest dorobek przyniesiony przez te instytucje do bezcennego skarbcza nauki.

Zdobycze, jakie wnosi uniwersytet do tej skarbnicy, są istotnym probierzem jego działalności i decydują o jego wartości. Uniwersytet, którego działalność naukowa zanika — traci stopniowo swe znaczenie, nie wypełnia bowiem swej głównej roli.

Naród silny militarnie i zasobny ekonomicznie będzie narodem małym jeśli nie potrafi wydać ludzi, którzyby wprowadzili imię jego do panteonu mocarzy myśli, będzie zawsze żebrakiem żyjącym z pracy innych.

Świat cały rozbrzmiewa gorącymi dyskusjami, zawziętą i zażartą walką o podział dóbr materialnych, wówczas gdy niezwykle rzadko posłyszemy głos podniesiony w sprawie źródeł wytworzenia tego dobra. Można przecież zużytkować, przetwarzać tylko to, co jest znane, co jest mniej czy więcej zbadane.

Mimo wielkiej roli, jaka przypada sztuce stosowania i odpowiedniego wyzyskania zjawisk, i nie zapoznając ważności t. zw. nauk stosowanych, stwierdzić musimy, iż nauka czysta pozostaje zawsze podstawą wszelkiego rozwoju.

W żmudnych, uciążliwych i długotrwałych badaniach akademickich znajdujemy źródło dobra naukowego i materialnego.

Obowiązek wydatnej pracy naukowej, narzucony Uniwersytetom przez życie, nie jest wynikiem tylko tradycji, jest raczej przejawem konieczności związanych z samym bytem narodem.

Nie chcę bynajmniej przez to powiedzieć, iż przypisuję małe znaczenie działalności pedagogicznej Uniwersytetu. Tak nie jest, sądzę jednak, iż przy bujnym rozwoju naukowej działalności danie nauczania ściśle programowego nie przedstawia już trudności.

W dbałości zatem o dobro Uniwersytetu i w poczuciu odpowiedzialności wobec Ojczyzny czynić musimy wszystko, aby wzmocnić rozwijającą się tak obiecująco działalność naukową.

Troskliwą opieką otoczyć musimy wszystkie dążenia w tym kierunku, usuwać wszelkie czynniki szkodliwe, przekonać, udowodnić tym, którzyby o tem wątpili, iż intelekt i wiedza czysta stanowią dla Państwa i Narodu wartości doniosłe i sumę dobra o niezwykle wielkiej wydajności dla społeczeństwa.

W pracy tej najbliższymi naszymi pomocnikami są członkowie naszego personelu naukowego pomocniczego, objęci ogólnym mianem asystentów.

W Was, drodzy panowie, znajdujemy kadry naszych współpracowników i późniejszych następców, w Was mamy ludzi oddanych całkowicie sprawom nauki.

Zespoleni ściśle z życiem Uniwersytetu, znajdziecie w nim zawsze oparcie i mogę Was zapewnić w imieniu Senatu Akademickiego, iż będzie on Was zawsze otaczał serdeczną opieką, z uczuciem głębokiej radości śledzić będzie rozwój Waszych prac i będzie dumnym z tych wszystkich zdobyczy, które potraficie osiągnąć.

Pragnę wreszcie zapewnić Was, droga młodzieży akademicka, iż w stosunku do Was, znajdziecie zawsze w członkach Senatu Akademickiego serdeczne uczucia, głębokie zrozumienie i wydatną pomoc w Waszych zamierzeniach, dążących do ułatwienia zdobycia wiedzy, zwiększenia wydajności pracy w ramach wyznaczonych przez strukturę Uniwersytetu. Ramy te nakładają na Was obowiązek pracy wytrwałej, wyczerpanej, owocnej. Pragnąłbym ponadto, aby praca ta była radosną, pragnąłbym, aby czas spędzony w murach Uniwersytetu pozostawił wspomnienie promiennego okresu Waszego życia.

Z głęboką wiarą, iż nadchodzący rok akademicki będzie dalszym krokiem w rozwoju drogiej nam uczelni, otwieram rok akademicki 1925/26, a od odrodzenia Uniwersytetu Warszawskiego II-y.

---

Pragnąłbym dzisiaj przedstawić jedną z ostatnich kart księgi wiedzy fizycznej, na których współczesna fizyka spisuje swe doniosłe zdobycze.

Ta karta jej dziejów, należąca do rozwoju atomistyki ostatnich dni, możnaby powiedzieć, jest częściowo tylko zapisaną i znajdujemy tam

zarówno fakty i poglądy, stanowiące zdobycz trwałą nauki, jak i zaczątki zaledwie nowych dróg prowadzących, wydaje się, ku niebosiężnym szczytom wiedzy przyrodniczej, z których myślą ogarnąćby można genezę materji.

Mam tutaj na myśli zagadnienia, związane z przemianami i odkształceniami atomu, w postaci zmian trwałych czy w postaci tylko przelotnych odkształceń trwających czas, w porównaniu z którym sekunda wydaje się wiekiem.

Nie będę się kusił o przedstawienie całej ewolucji pojęcia atomu — równałoby się to odczytaniu licznych ksiąg, w których stopniowo zbierane były, i materiały, i mniej lub więcej udolne próby syntezy wiedzy naszej o atomie.

Uważajmy zatem, iż jako wynik wielowiekowych dociekań zmuszona jest fizyka przyjąć teorię atomistycznej budowy materji.

Według tych poglądów ciągłość, jaką dostrzegamy w masie wody naprz. czy w spoistym kawałku szkła, jest tylko pozorną; w istocie ciała te składają się ze zbioru ziarenek t. zw. cząsteczek niesłychanie drobnych, posiadających pewne cechy swoiste, właściwe tylko danemu ciału.

Zapomocą odpowiednich metod można było wykazać, iż znakomita większość tych ziarn są to jeszcze twory złożone i rozbić je na części składowe, atomy, o innym charakterze, których zbiór nie daje nam już ciała pierwotnie rozpatrywanego.

Z wielkiej różnorodności typów cząsteczek otrzymano w ten sposób nieliczną już grupę (nie wszystkie jednak są nam obecnie znane) ciał prostych t. zw. pierwiastków, których połączenia pozwalają odtworzyć wszystkie ciała materialne, jakie podpadają pod nasze metody doświadczalne.

W myśl tego poglądu zatem — w syntezie jakiegoś ciała złożonego, jak zresztą i we wszystkich zjawiskach chemicznych, mamy do czynienia nie z istotną zmianą materji, a tylko z nowym grupowaniem, czy przegrupowaniem, zachowujących swą odrębność atomów.

W ten sposób wykazano, iż w zjawiskach, które napozór przetwarzają zupełnie ciała materialne, zmieniają do głębi znaczną część ich właściwości, jest jednak coś niezmiennego, nienaruszalnego, nie przetwarzającego się — jest atom jako ostatnia niedziałka materji.

Większa część badań, szczególnie w dziedzinie chemji, poczynwszy od podstawowych prac Lavoisiera ustaliła, oczywiście w granicach objętych poprawnością używanej metodyki doświadczalnej, zasadę zachowania masy w zjawiskach reakcyj chemicznych, związanych z połączeniami międzyatomowymi, jak również trwałość grup określonych mianem pierwiastków.

Prace prowadzone w ciągu całego prawie stulecia wzmocniały stopniowo pogląd, iż atomy danego pierwiastka są ziarnami materji o ściśle określonych cechach indywidualnych, jednakich dla wszystkich atomów danego pierwiastka i niczem niezmiennalnych.

Atom w pojęciu naszym występował coraz wyraziściej jako twór trwały i par excellence niezmienny.

Na zupełnie nowe drogi zostały skierowane dążenia atomistyki przez badania związane z przewodnictwem elektrycznym gazów.

Badania te wykazały atomowy ustrój elektryczności i wyznaczyły wielkość niedziałki naboju ujemnego, noszącego jak wiadomo, nazwę elektronu, którego masa jest wiele tysięcy razy mniejszą od masy najlżejszych nawet atomów. Okazało się zatem, iż atom nie jest ostatnim stopniem podziału materji.

Ustalenie faktu, iż od jakiegokolwiek atomu, bez względu na jego naturę, można oderwać elektron, stanowiło przez stwierdzenie podzielności atomu punkt zwrotny w atomistyce, i temsamem postawiło istotnie zagadnienie wewnętrznej jego budowy. Tutaj znalazła też punkt wyjścia t. zw. teoria elektrycznej budowy materji, według której każdy atom jest zespołem mniej czy bardziej złożonym nabojuw elektrycznych dodatnich i ujemnych. Naboję te są związane siłami wzajemnego przyciągania, słabszemi czy silniejszymi w zależności od ich położenia. Stosując siły względnie niewielkie, jesteśmy w stanie oderwać od tego zbioru jeden czy więcej elektronów. Pozostała część atomu wykaże nabój elektryczny dodatni. Ta część atomu nosi nazwę jonu dodatniego, który odnajdujemy w gazach, przewodzących prąd elektryczny, czy też w cieczach, posiadających tę samą właściwość.

Tutaj jednak występują już pewne różnice. Wówczas, gdy jony, znajdujące się w przewodzących prąd elektryczny cieczach, mogą istnieć trwale, jon gazowy jest tworem nietrwałym — posiada życie dość ograniczone, zależne zresztą od warunków zewnętrznych. Masa gazu zawierająca jony dodatnie i ujemne po kilku już sekundach powraca do stanu normalnego, w którym wszystkie atomy są elektrycznie obojętne.

W jonach znajdujemy pierwsze przykłady zmian, jakie zająć mogą w atomie; szczególnie jest to wyraźne dla jonów dodatnich, które stanowią w istocie tylko część atomu.

Zmiany daleko głębsze stwierdzamy w grupie ciał promieniotwórczych. Jeśli wyobrazimy sobie iż, jak ów demon *Maxwella*, zdolni jesteśmy śledzić jeden jakiś oddzielny atom tych pierwiastków, zobaczymy wówczas, iż nie wykazuje on żadnych cech specjalnie go wyróżniających od atomów ciał niepromieniotwórczych, aż do chwili, gdy, dla przyczyn bliżej nam nieznanych, samorzutnie, bez udziału czynników zewnętrznych, atom ten wybuchą. Wybuch niezwykle potężny druzgocze pierwotny ustrój atomu. Jako odłamki zostają przytem wyrzucone t. zw. promienie  $\alpha$ , czyli atomy gazu szlachetnego, helu, niosąc nabój dodatni ze znaczną prędkością kilkunastu tysięcy kilometrów na sekundę, lub o wiele subtelniejsze pociski elektronowe, biegnące jednak z zawrotną, bo dochodzącą do 290 000 kilometrów na sekundę prędkością w postaci promieni  $\beta$ .



Pozostałe po wybuchu ziarnko materji wykazuje cechy pospolitego atomu aż do nowej katastrofy, która znów oderwie drobną jego część.

Będziemy blisko prawdy mówiąc, iż części składowe takiego atomu żyją jak na wulkanie.

Atomy te jednak, przed czy po każdej katastrofie, niszczącej częściowo ich ustrój, wykazują wszystkie cechy atomów pierwiastków zwykłych.

Nie ulega najmniejszej wątpliwości, iż atom pierwiastka jest podziel-  
nym. O ile w jonach znajdujemy tylko pewne odkształcenia atomu, zni-  
kające z chwilą zobojętnienia naboju elektrycznego jonu, o tyle w przy-  
padku rozpadu atomów promieniotwórczych zmiana jest głęboka i trwała;  
atom rozpada się kolejno coraz bardziej, nie powracając nigdy do pierwotnej  
postaci.

Jak to wykazują badania rozpadu atomów ciał promieniotwórczych,  
te ostatnie są siedliskiem olbrzymich zapasów energii. Istotnie, aby nadać  
prędkości tak wielkie, jak to obserwujemy w promieniach  $\alpha$  czy  $\beta$ , muszą  
w grę wchodzić przepotężne siły elektryczne, o jakich wytworzeniu zapo-  
mocą naszych, tak silnie jednak rozwiniętych środków techniki doświad-  
czalnej, narazie nie możemy nawet marzyć. Dość wspomnieć, iż energia  
cząsteczki  $\alpha$ , przy równej masie, byłaby około pół miljarda razy większą,  
od energii kuli karabinowej. Wówczas gdy nasze t. zw. potężne instalacje  
pozwalają pracować z napięciami dochodzącymi do 300 000 woltów, znaj-  
dujemy w świecie atomowym promienie, których wytworzenie wymaga  
napięć wielu milionów woltów. Środki zatem, jakimi rozporządza atom,  
są niesłychanie potężniejsze, aniżeli wszystko to, co dać może najbardziej  
rozwinięta technika współczesna.

W zapale entuzjazmu Jan Becquerel woła, iż człowiek, któryby po-  
trafił regulować przemianę atomów i uwalniać energję wewnątrz-atomową,  
posiadałby moc boską.

Mocy tej fizyka dotychczas nie osiągnęła.

Potrafiła jednak wyzyskać środek, jaki jej same atomy dostarczają  
w postaci promieni atomowych, czy elektronowych, czy wreszcie krótko-  
falowych promieni  $\gamma$ , jako nośników znacznych zapasów skoncentrowanej  
energji, do rozwiązania zagadnień wielkiej wagi.

Przytoczone tutaj dane czerpiemy z analizy zjawisk, zachodzących  
w grupie ciał promieniotwórczych, przez tę właśnie cechę tak wybitnie się  
różniących od innych pierwiastków. Narzuca się przeto pytanie, czy wnioski  
o złożonej budowie atomu mogą być przez uogólnienie stosowane do atomów  
pierwiastków zwykłych? Wobec doniosłości zagadnienia wszelkie mniej  
czy więcej pośrednie poparcia takiego właśnie poglądu były niedostateczne  
i myśl badawcza szukała dowodu bezpośredniego.

Drobne naruszenie całości atomu znajdujemy w fakcie oderwania  
naboju elektrycznego jednego elektronu, a więc w zjawisku jonizacji atomu.  
W związku z tem powstało pytanie, czy nie możnaby tej pracy destrukcyj-  
nej wzmocnić, zastosować tak potężne środki, aby rozbić sam atom? Wobec  
stwierdzonej wieloma faktami znacznej trwałości i niezmienności atomów,

było jasnym, iż jeśli zjawisko istotnego rozbicia jest wogóle możliwe, to wymagać musi środków niezwykle potężnych. Środki te znaleziono w promieniach wyrzucanych przez ciała promieniotwórcze. Atomy helu, rzucone z ogromną prędkością kilkunastu tysięcy kilometrów na sekundę, stanowią istotnie burzące, śmiertelne pociski.

Wieloletnie, subtelne badania nad bombardowaniem atomów za pomocą tych pocisków wykazały z całą pewnością, iż i atomy pierwiastków zwykłych są bardzo złożonymi ziarnkami materji, że można od atomów tych oderwać nie tylko elektrony, lecz w odpowiednich warunkach atomy wodoru. Te ostatnie, wydarte z łona układów bardziej złożonych, jak naprz. atomy azotu, glinu, sodu, fosforu, lub boru, są jakgdyby okruchami niszczone przez zderzenie z promieniami  $\alpha$  atomów cięższych.

Pospieszam jeszcze zaznaczyć, iż nie wszystkie zderzenia pocisków  $\alpha$  z atomami zdolne są rozbić ten ostatni; są one raczej niezwykle rzadkie. Ilość zatem całkowita atomów wodoru, jaką możemy tą drogą otrzymać jest bardzo niewielka. Dla przykładu przytoczę, iż rozporządzając promieniotworem stałym, jakiegoś rodzaju, musielibyśmy czekać 650 000 lat, aby otrzymać tą drogą 1 cm sześcienny wodoru.

Zagadnienie przetwarzania atomów pierwiastków zwykłych jest częściowo rozwiązane. Może niezupełnie słusznie użyłem tutaj wyrazu — przetwarzanie; nie jest bo to istotnie owa transmutacja pierwiastków, której myśl powstała w marzycielskich umysłach alchemików, a raczej — rozbicie pewnej całości na jej części składowe.

Rozpatrując całokształt przemian atomów, czy naturalnych, jakie występują w atomach promieniotwórczych, czy nawet wymuszonych przez bombardowanie promieniami  $\alpha$ , z łatwością dostrzegamy, iż zawsze mamy do czynienia z częściowym kruszeniem atomów. Jeśli zatem w zbiorze atomów zachodzą zmiany, o jakich tutaj mówiłem, to stwierdzić musimy, iż ewolucja ta odbywa się w jednym kierunku a mianowicie w kierunku zmniejszania ich masy, w kierunku ich degradacji; materja nie ginie, lecz rozdrabnia się coraz bardziej — jej jakość się obniża.

Według tego poglądu wytworzona w pomroce zamierzchłych czasów ilość atomów naprz. uranu nie powiększa się już, raczej przeciwnie — przez miljarde lat czy wieków, w powolnej ewolucji poprzez wszystkie postacie atomów, jakie znajdujemy w rodzinie uranowo-radowej, atomy uranu upraszczają się stopniowo, degradują się aż do ołowiu lub może do jeszcze dalszych ogniw tego łańcucha.

Nie znamy przypadku naturalnej zmiany atomu, związanej z podwyższeniem jego ciężaru atomowego.

Jak „naturalnem“, zachodzącym samorzutnie zjawiskiem jest, iż złomy skał wypełniają stopniowo doliny, niwelując wzgórza, iż ciepło przechodzi samorzutnie tylko od ciała o temperaturze wyższej do innego o temperaturze niższej, wyrównywując istniejące różnice temperatur, iż prąd elektryczny, płynąc, niszczy różnice napięć — tak również „naturalnem“ zjawiskiem jest degradacja materji.

Czyż jednak nie można odwrócić biegu rzeczy, czyby nie było do pomyslenia, naprzekór obserwacjom naturalnie rozwijających się zjawisk, stworzyć warunki quasi-sztuczne, wyjątkowe, w którychby można było pokusić się o wytworzenie atomu o wyższym ciężarze atomowym?

W roku bieżącym w pracowni fizycznej Uniwersytetu w Cambridge stwierdzono ten fakt niezwykle.

Stosując bombardowanie azotu promieniami  $\alpha$ , stwierdzono, iż niektóre zderzenia, bardzo rzadkie zresztą, odbywają się tak, iż atom azotu, o masie atomowej 14, pochłania wpadającą nań cząsteczkę  $\alpha$ , to dałoby atom o masie 18. Jednocześnie jednak wyrzuca on jeden atom wodoru. Jako wynik ostateczny takiego zderzenia otrzymujemy przeto z atomu azotu — atom nowy, o masie 17 i liczbie atomowej 8, a więc izotop tlenu.

Oto fakt niezmiernie rzadki powstania atomu wyższego rzędu. Mówię niezmiernie rzadki, bo istotnie Blacket, badający te zderzenia, znalazł ich siedem zaledwie na 400 000 sfotografowanych torów cząsteczek  $\alpha$ .

Sądzę, iż jest to jeden z najdonioślejszych faktów, stwierdzonych w latach ostatnich.

Pragnąłbym jednak przestrzec przed zbyt uogólnieniem; nie należy sądzić, iż istotnie zmieniliśmy przyrodzony bieg zjawisk, żeśmy opanowali degradację materji. Fakty obserwowane zdobyliśmy dzięki zastosowaniu promieni  $\alpha$  powstałych przy rozpadzie atomów promieniotwórczych. Aby wytworzyć jeden atom o masie atomowej wyższej zniszczyliśmy miljarde innych. Jeśli zatem mówimy, iż nic w naturze nie ginie wygłaszamy tylko ogólnik.

Wszystkie zmiany atomu, o których tutaj mówiłem, stanowią zmiany trwałe, głębokie, przetwarzające ustrój atomu. Od tych gwałtownych przekształceń burzących cały gmach atomowy a podobnych do potężnych wybuchów wulkanicznych tego świata, przejdziemy do subtelnych odkształceń, które w stosunku do pierwszych przyrównańby można do ledwie dostrzegalnej zmarszczki na spokojnej powierzchni oceanów.

Że istotnie atomy podlegają zmianom innego typu, aniżeli te, jakie są związane z oderwaniem ich części, a więc zmianom czysto wewnętrznym, to nie ulega najmniejszej wątpliwości.

Wiadomości o obszarach wewnątrzatomowych czerpie fizyka głównie z dwóch źródeł.

Jeśli bombardujemy atomy pociskami elektronowymi czy helowemi, te, wdzierając się do wnętrza atomu i później z niego wybiegając, odpowiednio „zapytane“, dadzą, wskazówki dotyczące układu sił, a więc pośrednio i rozkładu naboju elektrycznych wewnątrz atomu.

Większą jednak rolę odegrały informacje, dane przez daleko subtelniejszych znawców świata wewnątrzatomowego, jakimi są różne rodzaje promieniowania.

Widmo, wzięte oczywiście w całej swej rozciągłości, od dalekiej podczerwieni aż do najtwardszych promieni rentgenowskich, jest tym niesłychanie bogatym i przesubtelnym dokumentem, którego odczytanie daje charakterystykę wewnętrznego ustroju atomu. Z dużą dozą słuszności

możemy powiedzieć, iż jest to dowód osobisty atomu. O ile w kilku przypadkach dowód ten udało się nam odczytać, o tyle dla znacznej większości uzyskano zaledwie nieliczne tylko wskazówki.

Wyobraźmy sobie tłum atomów, złożony z zupełnie identycznych jednostek. Jeśli rzucimy na ten zbiór wiązkę światła, niektóre z atomów wybiorą związki całkowitej swoistej im barwy, asymilując ich energję, przyczem same ulegają pewnej zmianie; kosztem energii promienistej pochłoniętej zostają dokonane pewne przekształcenia wewnątrz atomu. Od tej chwili mamy do czynienia z atomem o innych już właściwościach.

Podobnie możemy odkształcać i atom, używając innych środków. Jednym z częściej stosowanych jest bombardowanie atomów zapomocą elektronów. Jeśli będziemy rzucali w tłum atomów elektrony pod napięciem początkowo bardzo słabem i stopniowo wzrastającym, to stwierdzimy, iż przy małej prędkości elektronów zderzenia ich z atomami nie naruszają zupełnie budowy tych ostatnich. Przy dostatecznie wielkiej prędkości, zależnej zresztą od natury atomu, ten ostatni ulega naciskowi elektronu i zostaje odkształcony kosztem energii, jakiej mu dostarczył elektron w chwili zderzenia.

W ten czy inny sposób odkształcone atomy są już, ściśle rzecz biorąc, innymi atomami: zdolne są pochłaniać inne barwy, wypromieniowywać inne fale widzialne czy niewidzialne, inaczej reagują na podniety elektryczne, działania ich na atomy sąsiednie uległy zmianie. Mówimy o takim atomie odkształconym wewnątrz, iż znajduje się w stanie pobudzenia.

Zbiór nabożów elektrycznych, znajdujących się wewnątrz atomu pobudzonego, w przeciwieństwie do atomu normalnego, nie znajduje się w stanie równowagi trwałej. W stanie tym przeto atom nie może pozostać i w krótkim czasie po wywołaniu wzbudzenia przez czynniki zewnętrzne powraca do stanu normalnego. Jak wykazały pomiary, życie średnie atomu odkształconego jest bardzo krótkie i w zależności od warunków i natury gazu wahać się może od miliardowych aż do tysięcznych części sekundy. Nadmienię przytem, iż wiek tysięcznej części sekundy jest bardzo rzadko spotykanym objawem zgrzybiałej starości.

Przy powrocie do stanu normalnego atom oddaje nadmiar energii w postaci jedno czy kilkobarwnej fali świetlnej lub rentgenowskiej w zależności od tego, czy powrót odbywa się w jednym czy w kilku etapach. Ze znikaniem nietrwałych form bytu atomów odkształconych jest związane ich świecenie, czy promieniowanie rezonansowe, czy wreszcie fluorescencja. Z tych ostatnich przejawów sądzić przeto możemy o stopniu odkształcenia.

Jak wykazały badania ostatnich lat, stopień ten nie może być dowolnie małym. Atom może ze stanu normalnego przechodzić w cały szereg stanów wzbudzenia, stanowiących jednak szereg nieciągły, jak szereg form krystalograficznych ciał wielopostaciowych.

O liczbie postaci, jakie może przybrać atom, sądzimy głównie na podstawie analizy widmowej, opierając się na założeniu, wprowadzonym przez teorię kwantów, iż wypromieniowanie przez atom fali jednobarwnej, której przejaw odnajdujemy w postaci jednego prążka widmowego, odpowiada ściśle określonej zmianie stanu atomu. Jeśli zatem uprzytomnimy sobie,

iz widmo par żelaza například zawiera wiele tysięcy prążków, widzimy, jak wielką liczbę różnych postaci posiadać może atom tego metalu.

Umysł ludzki staje trwożny wobec zawrotnego bogactwa świata jednego atomu i mnogości jego form bytu.

Te formy przejściowe, nietrwałe atomów nie są bynajmniej sztucznym wytworem, będącym bez znaczenia poza murami pracowni, zaopatrzonych w wyjątkowo potężne środki doświadczalne; przeciwnie — we wszelkich działaniach i przejawach atomów mamy do czynienia raczej z atomami odkształconymi.

Po przykłady sięgnąć możemy nawet w bezmiary przestrzeni gwiazdnych. Przytoczę jeden tylko przykład najprostszego ze znanych nam atomów — atomu wodoru. Huggins znalazł w widmach pewnych gwiazd charakterystyczne widmo ciągłe, związane z granicą serji widma prążkowego wodoru. Widmo to może dać atom wodoru w pierwszym stopniu odkształcenia i dotychczas nie było ono zauważone w naszych pracowniach fizycznych. W gwiazdach tych zatem występują olbrzymie ilości odkształconych atomów wodoru.

Niezmiernie ciekawy rodzaj przekształceń wewnątrzatomowych znajdujemy w atomach helu. W gazie tym występują dwa typy atomów, dających różne widma, i przypuszczano, iż w istocie mamy w helu mieszaninę dwóch różnych gazów, którym nadano nazwy ortohelu i parhelu.

Bliższe badania wyłoniły zupełnie inny pogląd: ortohel i parhel byłyby tylko różnymi postaciami tego samego atomu. Atom normalny helu byłby to ten, który nosi nazwę parhelu. Bombardując elektronami atomy parhelu, można je odkształcić wewnętrznie i otrzymać nową ich postać — ortohel. Ten ostatni różni się od parhelu tylko innym ugrupowaniem elektronów. Jednakże ta nowa postać atomu nie powraca do stanu pierwotnego (parhelu) samorzutnie, a tylko pod działaniem pobudzeń zewnętrznych; jest ona względnie trwałą, aczkolwiek o wiele mniej trwałą, niż atomy parhelu.

Mamy tutaj przypadek dwupostaciowości wewnątrzatomowej.

Zmiany, odkształcenia wewnątrzatomowe wpływają również na działania, jakie dany atom wywiera na atomy sąsiednie, a więc i na te zjawiska, które zwykliśmy nazywać chemicznymi. Istotnie, atom wzbudzony wykazuje daleko żywszą działalność w tym kierunku. Jaskrawy przykład znajdujemy w typowym przedstawicielu gazów szlachetnych, jakim jest hel. Jak wiadomo, gaz ten jest chemicznie nieczynnym, lub raczej występuje, jako taki wobec metod chemji, która naogół operuje w znacznej mierze atomami w najprostszej ich postaci. Zastosowanie subtelnych metod fizycznych wykazało, iż oprócz widma atomów odkształconych ortohelu występuje obok niego widmo wyraźnie pasmowe. Otóż ten typ widma może być wypromieniowany nie przez atomy, a tylko przez cząsteczki. Fakt ten wykazuje zatem, iż w stanie wzbudzenia atomy helu przestają być chemicznie nieczynnymi, skoro dwa atomy helu zostały połączone, aby wytworzyć cząsteczkę.

Jest jasnym, iż w stwierdzeniu tego faktu jest już zawarty kierunek dalszych badań. Istotnie, jeśli w stanie wzbudzenia atom helu wywiera działanie na sąsiednie atomy tegoż gazu, jest wysoce prawdopodobnem, iż działanie to również wystąpi i w stosunku do atomów innych. Badania zatem nad wprowadzeniem helu w związki chemiczne muszą być prowadzone w warunkach, zapewniających obecność wzbudzonych atomów tego gazu. Kierując się temi wskazówkami, badano czynność chemiczną helu w obszarach wyładowań elektrycznych, gdzie atomy z łatwością są wzbudzane. Rok 1925 przyniósł bogate wyniki, gdyż stwierdzono istotnie tworzenie się związków helu, a więc przede wszystkim helku rtęci, a następnie takich że związków z jodem, siarką i fosforem.

Przykładów mniej jaskrawych tego, iż atomy wzbudzone występują jako wyjątkowo czynne a nawet takich, gdzie występują one jako czynne tylko w stanie wzbudzenia, mógłbym przytoczyć bardzo wiele. Wszystkie one wykazałyby, jak niezmiernie ważną rolę odgrywają atomy odkształcone w fizyce zbiorów atomowych.

We wszystkich tych rozważaniach narzuca się pytanie, na czem właściwie polegają odkształcenia atomu?

Brak czasu nie pozwala mi na przedstawienie i uzasadnienie poglądu, panującego w fizyce dzisiejszej. Traktując rzecz szkiecowo, przedstawić sobie możemy atom jako układ nabożów elektrycznych dodatnich i ujemnych. Nabój dodatni jest zebrany w środkowej części atomu, czyli w tak zwanem jądrze o wymiarach bardzo drobnych, nawet w porównaniu z wielkością atomu. W skład jądra wchodzi jądra wodoru (t. zw. protony), jądra helu i elektrony. Nabój dodatni jądra jest zubożony przez rój elektronów krążących po dość złożonych orbitach w przestrzeni otaczającej.

Cechą niezmiernie doniosłą jest fakt, iż elektrony nie mogą krążyć na dowolnych odległościach, a tylko na pewnych określonych przez teorię kwantów poziomach, jakgdyby mogły zamieszkiwać tylko pewne piętra gmachu atomowego. Wejście elektronu na jedno z wyższych pięter wymaga dopływu energii z zewnątrz atomu; energję tę zresztą atom oddaje przy powrocie elektronu na piętro niższe.

Jakiego rodzaju przekształcenia mogą zachodzić w tak zbudowanym układzie?

Główne zmiany zachodzące w jądrze mogą być trojakiemu rodzaju:

1. samorzutny jego rozpad,
2. rozbitcie z natury swej trwałego jądra zapomocą pocisków w postaci například promieni  $\alpha$  i
3. przekształcenie czasowe czy trwałe budowy jądra bez zmiany liczby jego części składowych.

Przejawy zmian samorzutnego rozpadu znajdujemy w zjawiskach promieniotwórczości. O sztucznem rozbijaniu atomów wspominałem powyżej; bliższe badania tego zjawiska wykazały, iż i w jądrach atomów zwykłych znajdujemy też same składniki, co i w atomach ciał promieniotwórczych. Zjawisk, związanych z ewentualnem przekształceniem budowy jądra wspomnianem w punkcie trzecim — dotychczas nie znamy.

W warstwie elektronów, znajdujących się nazewnątrz jądra, zachodzić mogą zmiany analogiczne:

1. Samorzutnego oderwania się elektronu od oddzielnie rozpatrywanego atomu dotychczas nie stwierdzono.
2. Oderwanie jednego czy kilka elektronów pod działaniem czynników zewnętrznych: jest to znane powszechnie zjawisko jonizacji.
- 3a. Zająć może takie przegrupowanie elektronów, bez zmiany ich liczby, iż atom początkowo trwały — pozostaje trwałym po przegrupowaniu; jest to przypadek wielopostaciowości wewnątrzatomowej. Jedynym przykładem znanym tego zjawiska jest przemiana parhelu na ortohel.
- 3b. Chwilowe tylko przesunięcia elektronów na inne niewłaściwe im poziomy dają atomy odkształcone, nietrwałe.

Oto, w głównych tylko zarysach, podany przegląd faktów i pojęć, dotyczących poruszonego tematu — zmienności atomu. Fizyka współczesna wykazała, iż atom rozważany początkowo jako niedziałka jednorodna w sobie i trwale niezmienna, jest w istocie układem o budowie nadzwyczaj złożonej, układem odkształcalnym i posiadającym wiele możliwych form bytu.

---

## SUR LA VARIABILITÉ DE L'ATOME.

La théorie atomique classique admettait l'atome formé d'une particule invariable et indéformable de la matière. La mise en évidence de l'électron a montré que l'atome ne constitue pas la plus petite parcelle indivisible de la matière; dans les ions positifs nous trouvons en réalité des fragments d'atomes. Les modifications profondes des atomes se manifestent dans la désintégration des éléments radioactifs. L'analyse des rayons  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$  de ces corps a démontré qu'ils portent l'énergie considérable faisant ainsi voir que les atomes constituent une source d'énergie d'une richesse extraordinaire. C'est en se servant de projectiles subtils et puissants, que nous fournissons les corps radioactifs sous la forme des rayons  $\alpha$ , qu'on a pu effectuer la désintégration „artificielle“ des atomes des éléments non radioactifs. Certains „chocs“ entre la particule  $\alpha$  et l'atome sont accompagnés des projections de noyaux d'hydrogène de divers atomes ordinaires.

Dans toutes ces transformations, naturelles ou artificielles, on observe la désintégration graduelle consistant en une séparation d'une parcelle plus ou moins grande de l'édifice atomique; la parcelle restante de la matière possède la masse de plus en plus petite. On ne connaît aucune transformation naturelle de l'atome amenant l'augmentation de son poids atomique. Les travaux de M. Blacket ont cependant montré que lors de certaines rencontres, très rares d'ailleurs, entre les rayons  $\alpha$  rapides et les atomes de l'azote (de masse at. 14) prennent naissance les atomes plus lourds, notamment de masse atomique 17.

Outre ces modifications profondes de l'atome, ce dernier peut être le siège des déformations internes éminemment subtils. Les meilleurs renseignements à ce sujet fournissent soit les rayons électroniques, soit l'énergie rayonnante. Après avoir absorbé un quantum déterminé de l'énergie servant à effectuer la déformation, l'atome acquiert de propriétés nouvelles qui caractérisent un atome dit excité. Sa vie dans cet état instable est très courte ( $10^{-8}$ — $10^{-10}$  sec.) et c'est en revenant à son état normal, que l'atome rayonne le surplus d'énergie qu'il possède à l'état excité. Les différents états possibles que peut prendre un atome forment une suite discontinue dont les intervalles sont déterminés par la théorie des quanta; on peut juger de leur nombre en se basant sur la structure des spectres que l'atome est capable d'émettre.

On trouve un cas excessivement remarquable d'une modification intra-atomique dans l'hélium. Par suite de passage d'un des électrons superficiels sur une orbite inclinée on obtient l'atome d'orthohélium caractérisé par son propre spectre.



L'atome déformé montre une activité chimique renforcée. Un cas intéressant présente le gaz noble — l'hélium. L'apparition de son spectre de bandes prouve la possibilité d'une association de ses atomes en molécules. C'est en étudiant les différents mélanges de ce gaz dans les décharges électriques qui fournissent un grand nombre des atomes excités, qu'on a prouvé l'existence des composés de l'hélium avec le mercure, le soufre et le phosphore.

D'après les idées actuellement admises, l'atome est composé d'un noyau à charge électrique positive et d'une zone extérieure peuplée d'électrons; ces derniers ne peuvent pas séjourner à des distances quelconques du noyau mais seulement à des étages déterminés, fixés par la théorie des quanta, de l'édifice atomique.

Parmi les diverses modifications ayant le siège dans le noyau, on trouve, en première ligne, la radioactivité — phénomène dû à l'explosion spontanée des atomes. La désintégration artificielle est obtenue par les chocs entre les noyaux et les rayons  $\alpha$  rapides. Par contre, on ne connaît pas des phénomènes qui seraient dus aux changements de structure du noyau sans sa partielle désintégration.

Dans la zone électronique extérieure la séparation spontanée d'un des électrons n'a pas encore été observée. L'exemple d'une désintégration artificielle, d'ailleurs facile à effectuer, on trouve dans l'ionisation. Le cas unique connu actuellement d'un changement relativement stable de configuration des orbites des électrons représente la modification de parhelium en orthohélium; au contraire, le passage temporaire des électrons sur les orbites plus éloignées du noyau est un phénomène très fréquent, donnant les atomes, déformés-instables.

En lumière des faits nouveaux l'atome nous paraît actuellement comme un édifice très complexe, déformable et pouvant prendre une multitude des formes différentes.

---