

O budowie świata

Marta KIJEŃSKA - Instytut Chemii Przemysłowej im. prof. Ignacego Mościckiego, Warszawa

Prosimy cytować jako: CHEMIK 2011, 65, 12, 1290-1294

Świat nas otaczający składa się z materii. Ty i ja, dom, drzewo, biedronka, kubek z herbatą, powietrze, którym oddychamy, nawet zapach, nawet prąd, który przecież jest strumieniem naładowanych cząstek... Trudno uwierzyć, że tak różne substancje mogą być zbudowane z kilku podstawowych „klocków”. A jednak...

Idea, że rzeczywistość materialna składa się z cząstek mniejszych niż widzimy gołym okiem pojawiła się już w starożytności. Wszyscy wiedzą ze szkoły, że słowo „atom” pochodzi z greki – od słowa $\acute{\alpha}\tau\omicron\mu\omicron\varsigma$ – *átomos* (od α -, „nie-” + $\tau\acute{\epsilon}\mu\nu\nu$ – *temno*, „ciąć”), oznaczającego coś, czego nie da się przeciąć ani podzielić. Do nauki wprowadzili je Leucyp (Leukippos) z Miletu i Demokryt z Abdery w V wieku p.n.e. Według ich teorii atomy to najmniejsze cząstki, jakie istnieją w przyrodzie, niepodzielne, znajdujące się w ciągłym ruchu, wirujące w pustej przestrzeni – próżni. Mają one różny kształt, a z ich połączeń powstają ciała i światy, których istnieje nieskończenie wiele. Atomy gęsto ułożone, według starożytnych Greków, tworzyły substancje twarde, atomy luźno ułożone – miękkie; za słodki smak odpowiadały atomy gładkie, za ostry, kwaśny atomy ostre i nierówne. Według Demokryta dusza, której atomy rozsiane są w powietrzu i wciągane przez łudy z oddechem, także zbudowana jest z atomów, najdelikatniejszych i najgładszych, i wobec tego jest materialna i podlega rozkładowi.

Nie wszyscy jednak wiedzą, że Demokryt z Abdery jako pierwszy grecki filozof zwiedził Babilon, Indie, Persję i Egipt. Być może zetknął się więc z początkami indyjskiej atomistyki. Starożytna indyjska szkoła *wajśieszika*, której pierwotnym celem było opisanie struktury świata przełożonej na język kategorii, uznawała rzeczywistość za istniejącą w sposób obiektywny i głosiła redukowalność każdego obiektu w świecie fizycznym do skończonej, określonej liczby atomów – najmniejszych i niepodzielnych cząstek materii. Według filozofii indyjskiej, atomy nie mają żadnego rozmiaru, są niewidzialne i wieczne. Atomy budują świat a po pewnym czasie rozpylają się, świat się niszczy, rozpada na atomy, które później na nowo łączą się tworząc nowy świat. Kolejne kreacje i destrukcje świata powtarzają się cyklicznie w nieskończoność. Pefen cykl, *mahajugę*, tworzą cztery wieki o różnej długości, najdłuższy na początku, najkrótszy na końcu.

Po stworzeniu świata następuje *krytajuga*, era doskonała, wiek prawdziwy, błogosławiony, w którym królują szczęście, dobrobyt i moralny porządek świata. Człowiek *krytajugi* to archetypowy ideał, którego wypełnia dharma a jego udziałem jest wzorcowa, rajska egzystencja. Następną erą jest *tretajuga*, era pewnego regresu. Ludzkie istoty wypełnia trzy czwarte dharmy, udziałem człowieka staje się praca, cierpienie i śmierć, a spełnianie obowiązków przestaje być spontanicznym odruchem – ludzie muszą się uczyć swoich powinności. W erze *dwaparajugi* już tylko połowa dharmy trwa na ziemi, ludzkie życie ulega skróceniu, przywary i nieszczęścia stają się coraz powszechniejsze. Ostatnia, najkrótsza era to *kalijuga* – wiek mroczny, w którym człowiek i społeczeństwo doświadczają skrajnej dezintegracji, o miejscu w hierarchii społecznej decyduje majątek, o sukcesie życiowym fałsz i kłamstwo, głównym źródłem przyjemności jest seks, a powierzchowna religijność, sprowadzona do obrzędowości, zastępuje prawdziwą duchowość. Wiek mroczny zakończony jest rozpadem świata na atomy.

Obie teorie wykazują pewne podobieństwa – i dużo różnic. Nie wiadomo, kto był pierwszy – Grecy czy Hindusi. Niektórzy badacze przyjmują, że obie koncepcje narodziły się niezależnie. Według innych pism starożytnych, z I w. p.n.e. (Poseidonios) i II w. n.e. (Filon z Byblos), koncepcję atomistyczną przypisuje się bądź Fenicianinowi Moschosowi z Sydony, bądź też Fenicianinowi Sanchuniathonowi z Bejrutu – obaj żyli w XII w. p.n.e. Niezależnie jednak od tego, kto pierwszy wymyślił, że świat może się składać z maleńkich cegiełek, na pewno jest to koncepcją starożytną, a na jej rozwinięcie przyszło czekać wiele wieków...

Problem budowy materii pojawił się ponownie w XIII wieku, w alchemii. Wtedy to Geber stworzył koncepcję korpuskularyzmu, według której wszystkie obiekty fizyczne posiadają warstwę zewnętrzną i wewnętrzną z mikroskopijnych cząsteczek Alchemicy odrzucali jednak teorię, że cząsteczki te są niepodzielne. Cała alchemia opierała się na założeniu, że można zmienić wewnętrzną strukturę metalu, przyspieszając jego dojrzewanie, i w konsekwencji uzyskać złoto. Celem alchemii było pokonanie czasu – alchemicy wierzyli, że najdoskonalszym produktem Ziemi jest złoto. W tellurycznych wnętrzach następuje swoisty sposób dojrzewania materii, który przekształca każdą rudę w złoto. Alchemicy mieli świadomość, że zachodzenie tego procesu wymaga upływu niesłychanie długiego czasu (czas geologiczny). Kamień filozoficzny miał umożliwić realizację przemian zachodzących w czasie geologicznym w skończonym czasie działalności człowieka. Rolą kamienia filozoficznego miało być przekształcenie dowolnej niedoskonałej materii (niebędącej złotem) w jej stan przedkosmiczny, powstawanie złota z tego stanu nie wymagałoby długiego czasu. Modelami substancji w stanie przedkosmicznym były dla alchemików Słońce i Księżyc. Nie wiedzieli oni, że Księżyc świeci odbitym światłem Słońca, ale Słońce, w którego wnętrzu wciąż przebiegają procesy syntezy jądrowej, należy uznać za zaskakująco udany model pramaterii. Należy również podkreślić, że kamień filozoficzny, ułatwiający przechodzenie do stanu przedkosmicznego materii jest równocześnie przekonywującym modelem doskonałego katalizatora. Materia nie była zatem dla alchemików bytem trwałym i niezmiennym, a przeciwnie, bytem zmiennym (dojrzewającym), którego cykl przemian można było kontrolować. Pogląd ten zdominował naukę na następnych kilkaset lat.

W 1661 roku Robert Boyle w traktacie *The Sceptical Chymist* wysnuł śmiałą teorię, że materia zbudowana jest z wielu różnych rodzajów cząstek, a nie tylko z cząstek czterech żywiołów – ziemi, ognia, powietrza i wody. W 1789 roku w dziele *Traité Élémentaire de Chimie*, uważanym za pierwszy nowoczesny podręcznik chemii, Antoine Lavoisier sformułował prawo zachowania masy i wprowadził pojęcie pierwiastka chemicznego, jako substancji, która nie może być już rozdzielona metodami chemicznymi. Podręcznik zawiera także listę pierwiastków: tlen, wodór, azot (wszystkie odkryte i nazwane właśnie przez Lavoisiera), fosfor, rtęć, cynk, siarka, a także ciepło i światło, które Lavoisier także uważał za substancje. Nie wiadomo, ile pierwiastków odkryłby jeszcze Lavoisier, gdyby nie został zgilotynowany w 1794 roku. Jego teorie rozwijał John Dalton, który na początku XIX wieku sformułował pogląd, że każdy pierwiastek składa się z atomów jednego, unikalnego typu, różniących się od innych masą, i te atomy mogą łączyć się, tworząc związki

chemiczne. Cząsteczka związku chemicznego składa się z niewielkiej liczby atomów różnych pierwiastków. Atomy są niezniszczalne i nie podlegają przemianom w czasie reakcji chemicznych, zmianie ulega jedynie ich wzajemne położenie i powiązanie. Do powstania tej teorii przyczyniły się jego dwie obserwacje: że właściwości gazów najlepiej dają się wytłumaczyć przy założeniu, że gazy składają się z atomów oraz, że związek chemiczny zawsze zawiera te same ilości wagowe składających się nań pierwiastków. W 1808 roku opublikował traktat *A New System of Chemical Philosophy* – jedną z najstarszych prac poświęconą atomom.

ELEMENTS			
Hydrogen	1	Strontian	46
Nitrogen	5	Barytes	68
Carbon	5	Iron	50
Oxygen	7	Zinc	56
Phosphorus	9	Copper	56
Sulphur	13	Lead	90
Magnesia	20	Silver	190
Lime	24	Gold	190
Soda	28	Platina	190
Potash	42	Mercury	167

Rys. 1. Daltonowska tablica pierwiastków z początków XIX w. (<http://www.uh.edu/engines/epi1411.htm>)

W 1869 roku Dymitr Mendelejew odkrył, że właściwości chemiczne pierwiastków powtarzają się okresowo, gdy pierwiastki uporządkowane zostaną zgodnie z masami atomowymi i opublikował swój pierwszy układ okresowy (rys. 2).

ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ.
ОСНОВАННОЙ НА ВѢСЪ АТОМНОМЪ ВѢСЪ И ХИМИЧЕСКОМЪ СВОЙСТВѢ.

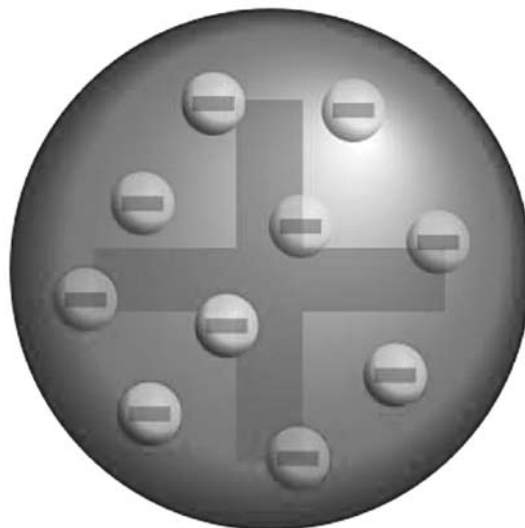
	Ti=50	Zr=90	?=180.
	Y=51	Nb=94	Ta=182.
	Cr=52	Mo=96	W=184.
	Mn=55	Rh=104,4	Pt=197,4
	Fe=56	Ru=104,4	Ir=198.
	Ni=Co=59	Pd=106,4	O=160.
	Cu=63,4	Ag=108	Hg=200.
H=1	Be=9,4	Mg=24	Zn=65,2
	B=11	Al=27,1	?=68
	C=12	Si=28	?=70
	N=14	P=31	As=75
	O=16	S=32	Se=79,4
	F=19	Cl=35,4	Br=80
Li=7	Na=23	K=39	Rb=85,4
		Ca=40	Sr=87,4
		?=45	Ct=92
		?Er=56	La=94
		?Yt=60	Di=95
		?In=75,4	Th=118?

L. Mendeleev

Rys. 2. Układ okresowy pierwiastków, D. Mendelejew, 1869 (http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=Plik:Mendeleev%27s_1869_periodic_table.png&filetimestamp=20070318224712)

Układ okresowy z 1869 roku pokazuje nam dziś nie tylko zmiany w sposobie myślenia o chemii, ale także jest całkiem wymiernym dowodem na to, jak szybko postępowały odkrycia w XIX w. – wystarczy porównać listę pierwiastków Mendelejewa z Daltonowską albo zawartą w podręczniku Lavoisiera!

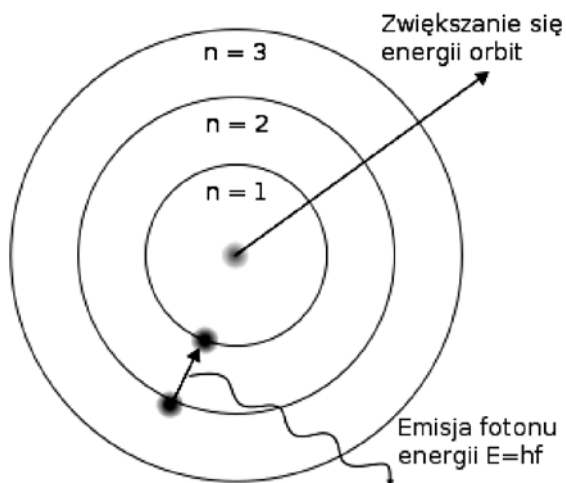
Rewolucja przyszła w 1897 roku, a jej sprawcą był Joseph John Thomson. Badał on promienie katodowe i odkrył elektrony, po czym doszedł do wniosku, że znajdują się one w każdym atomie. Tym samym obalił teorię, że atom jest najmniejszą niepodzielną cząstką materii. J.J. Thomson stworzył pierwszy model budowy atomu (1904). W modelu Thomsona atom opisany jest jako równomiernie dodatnio naładowana kula, wewnątrz której poruszają się elektrony, w liczbie równoważącej całkowity ładunek dodatni kuli. Model Thomsona znany jest też jako „ciasto z rodzynkami” (rys.3).



Rys. 3. Model atomu Thomsona – „ciasto z rodzynkami”

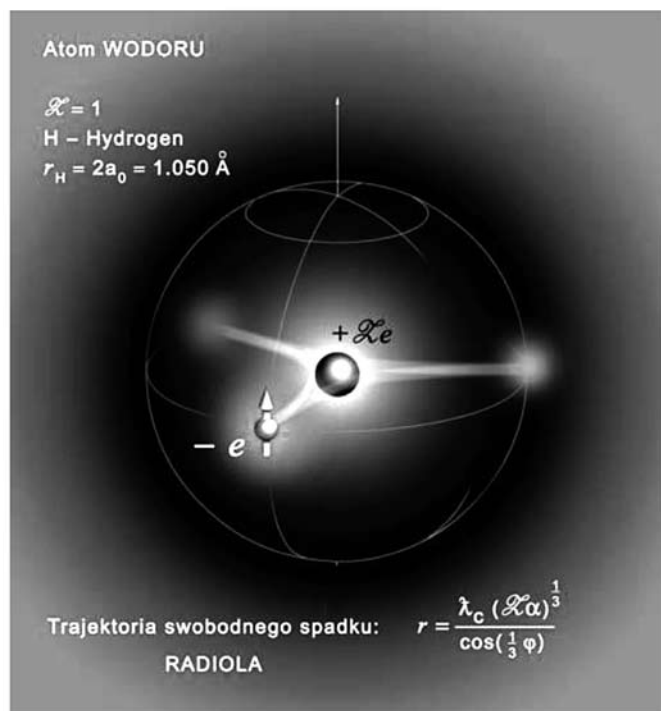
Nie jest to jednak precyzyjne porównanie – Thomson ściśle określił sposób ułożenia elektronów w atomie. Uważał je za zależne od liczby elektronów w atomie i symetryczne względem środka kuli, dla atomu dwuelektronowego – na prostej przechodzącej przez środek kuli, dla trzelektronowego – w wierzchołkach trójkąta równobocznego, dla większych atomów – w wierzchołkach kolejnych wielokątów foremnych. Thomson określił na osiem górną granicę liczebności elektronów w atomie, przy której układają się one w jednej płaszczyźnie.

Model Thomsona obowiązywał zaledwie przez 12 lat – w 1909 roku Hans Geiger, Ernest Marsden i Ernest Rutherford przeprowadzili eksperyment, który udowodnił jego niesłuszność. Jeśli atom rzeczywiście byłby wypełniony materią, jak zakładał Thomson, to w czasie bombardowania bardzo cienkiej folii metalu cząstkami o rozmiarze mniejszym niż rozmiar atomów tego metalu, powinno się uzyskać odbicie tych cząstek. Tymczasem Geiger, Marsden i Rutherford bombardując folię ze złota cząstkami alfa uzyskali odmienny rezultat – tylko niewielka liczba cząstek alfa była odbijana, reszta przelatowała na drugą stronę folii. Niektóre, przechodzące dalej od jądra, prawie nieodchylone. Inne, przechodzące bliżej jądra, gdzie pole elektryczne jest silne, wykazywały większe odchylenie. Tym sposobem uczeni wykazali, że atom jest głównie pustką. Eksperyment z bombardowaniem złotej folii cząstkami alfa zaowocował powstaniem w 1911 roku nowego modelu atomu – modelu atomu Rutherforda. Rutherford wymyślił, że dodatni ładunek i większość masy atomu skupione są w małych rozmiarów jądrze w jego centrum, zaś ujemnie naładowane elektrony krążą dookoła niego (rys. 4).



Rys. 4. Model atomu Rutherforda (http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=Plik:Rutherfordisches_Atommodell.png&filetimestamp=20050827194832)

Już dwa lata później, w 1913 roku, Niels Bohr udoskonalił model Rutherforda. Bohr przyjął, że elektron może krążyć tylko po ściśle określonych orbitach i krążąc po nich nie emituje promieniowania mimo iż zgodnie z założeniami klasycznej elektrodynamiki ładunek krążący po orbicie powinien stale emitować promieniowanie elektromagnetyczne. W modelu Bohra promieniowanie jest emitowane tylko wówczas, gdy elektron zmienia orbitę, co tłumaczy obserwowane prążki w widmach atomowych (rys 5).



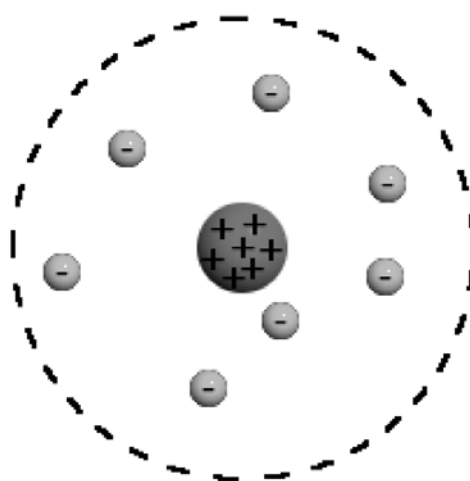
Rys. 5. Model atomu według Nielsa Bohra (http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=Plik:Model_atomu_Bohra.svg&filetimestamp=20070412152226)

Model Bohra daje prawidłowe wartości energii elektronu na kolejnych orbitach i promieni tych orbit dla atomu wodoru, jednak nie daje się go zaadaptować do opisu atomów posiadających więcej niż 2 elektrony, ani nie można za jego pomocą stworzyć teorii wiązań chemicznych. Ponadto poruszający się w opisany sposób elektron powinien w sposób ciągle wypromieniowywać energię i spaśćby na jądro w czasie krótszym niż 10^6 sekundy.

Do tego spadania nawiązuje mało znany i bardzo kontrowersyjny model Gryzińskiego. Michał Gryziński, polski fizyk jądrowy

(1930-2004) odrzucał mechanikę kwantową i stworzył model, w którym elektrony, posiadające moment magnetyczny, spadają na jądro, również posiadające moment magnetyczny, i są przez nie odpychane przez siłę Lorentza. Tym samym elektrony nie poruszają się po orbicie, a po trajektorii nazwanej przez Gryzińskiego radiolą (rys 6).

Teoria ta, odrzucana przez większość fizyków i chemików choćby ze względu na trudności z zaadaptowaniem tego modelu do atomów o większej liczbie elektronów, warta jest wzmianki dlatego, aby pokazać, że nawet w XXI wieku istnieją środowiska odrzucające mechanikę kwantową.

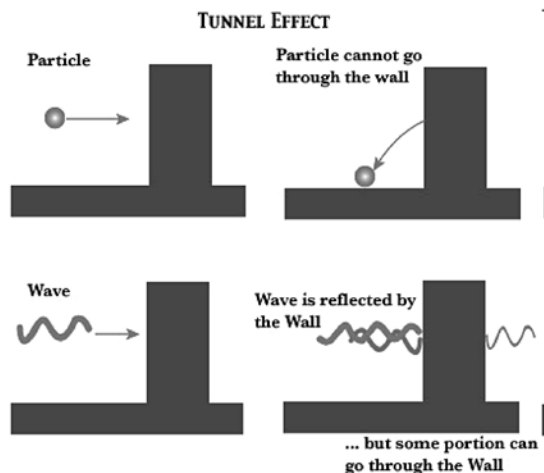


Rys. 6. Model atomu wodoru wg. Michała Gryzińskiego (grafika z książki „Sprawa atomu”, Michał Gryziński, wyd. Homo Sapiens)

Czym w ogóle jest mechanika kwantowa? Jest to teoria praw ruchu obiektów świata mikroskopowego, pozwalająca opisać masy, energie i czasoprzestrzenie, dla których nie sprawdziła się mechanika klasyczna. Trzeba przyznać, że trudno zrozumieć jej prawa – a przede wszystkim trudno zaakceptować istnienie reguł tak różnych od znanych nam w świecie makroskopowym. Mądrze brzmiące nazwy kryją za sobą trudne do ogarnięcia rozumem problemy. Zasada nieoznaczoności Heisenberga, sformułowana przez Wernera Heisenberga w 1927 roku mówi o tym, że istnieją właściwości, których nie da się jednocześnie wyznaczyć z dowolną określoną dokładnością. Najbardziej znanymi są pęd i położenie, ale dotyczy to także np. energii i czasu. W praktyce oznacza to tyle, że jeśli mamy poruszającą się cząstkę, to im dokładniej wyznaczmy jej pęd, tym mniej będziemy wiedzieli o położeniu. I odwrotnie – jeśli dokładnie wyznaczmy jej położenie, nie będziemy mogli powiedzieć, z jaką prędkością się porusza. W celu łatwiejszego zrozumienia tej zasady, przyrównuje się to czasem do fotografowania jadącego samochodu – jeśli przyjmijemy długi czas naświetlania, otrzymamy zdjęcie, w którym auto będzie rozmyte. Można wtedy, znając czas naświetlania i mierząc długość rozmytego samochodu na zdjęciu, wyliczyć jego prędkość, jednak nic nie będziemy w stanie powiedzieć o położeniu. I odwrotnie, stosując bardzo krótki czas naświetlania otrzymamy ostre zdjęcie, precyzyjnie pokazujące położenie samochodu, jednak niemożliwe będzie określenie prędkości, ani stwierdzenie, że auto się porusza. Jest to tylko przykład ułatwiający zrozumienie zasady nieoznaczoności, jednak bardzo niedoskonały, również dlatego, że nie uwzględnia kolejnych cech układów kwantowych – że pomiar wpływa na badany obiekt, zmieniając jego właściwości. (Na tym opiera się eksperyment myślowy dotyczący sławnego kota Schrödingera, umieszczonego (w myśli!!) przez uczonego w szczelnym pudełku wraz ze źródłem promieniotwórczym emitującym jedną cząstkę z prawdopodobieństwem 50% oraz detektorem promieniowania, który w chwili wykrycia cząstki uwalnia trujący gaz. Kiedy zamknijemy nieprzezroczyste, dźwiękoszczelne pudełko, nie wiemy nic o kocie, jest z takim samym prawdopodobieństwem żywy i martwy, znajduje się w każdym z tych możliwych stanów, tj. superpozycji. Dopiero w chwili

li otwarcia pudełka i poczynienia obserwacji kot musi przyjąć jeden ze stanów i być albo żywy albo martwy. Pomiar wymusza na kocie przyjęcie jednego ze stanów.)

Z zasady nieoznaczoności wynikają też inne implikacje – jak wspomniano, dotyczy ona nie tylko pary położenie-pęd, ale także czas (życia nietrwałej cząstki) – energia (fali de Broglie'a). Mechanika kwantowa otwiera drogę dla pozornego załamania zasady zachowania energii – z nicności może wyłonić się cząstka, jeśli zaraz zniknie. Najdoskonalsza próżnia wypełniona jest oceanem wirtualnych cząstek. Proces ten, nazywany fluktuacją kwantową, zachodzi tak szybko, że jest dla nas niezauważalny. Nie możemy zauważyć cząstek wirtualnych ale możemy zmierzyć ciśnienie jakie wywierają!!



Rys. 7. Zjawisko tunelowe (Jarosław Mróz, Rafał Guzik, Skaningowy Mikroskop Tunelowy, AGH, <http://fatcat.ftj.agh.edu.pl/~guzik/prezentacja/Skaningowy%20Mikroskop%20Tunelowy2.ppt>)

Innym kluczowym dla zrozumienia świata kwantowego pojęciem jest dualizm korpuskularno-falowy. Dualizm korpuskularno-falowy określa cechę obiektów kwantowych polegającą na tym, że są one zarazem falami, wykazując cechy fal, takie jak zdolność dyfrakcji czy interferencji, jak też obiektami korpuskularnymi, którym można przypisać określoną lokalizację czy pęd. W bardzo uproszczony sposób można to przyrównać do pistoletu strzelającego bardzo szybko plastikowymi piłeczkami – piłeczki zarazem stanowią pewien ciąg, falę, jak też i są pojedynczymi, odrębnymi obiektami.

Jedną z implikacji istnienia dualizmu korpuskularno-falowego jest zjawisko tunelowe (efekt tunelowy). Z punktu widzenia fizyki klasycznej jest to paradoks. Polega on na tym, że dla cząstek kwantowych istnieje niezerowe prawdopodobieństwo przejścia przez barierę o energii większej niż energia cząstki (rys. 7).

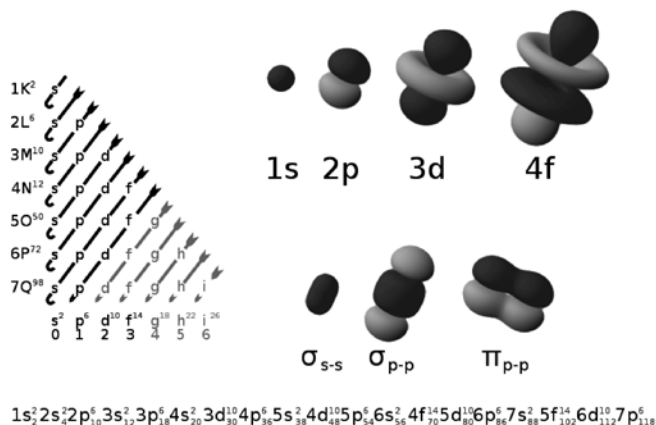


Rys. 8. Efekt tunelowania (http://www.jaroszewicz.com/lectures/F-24_SPOH.pdf)

Jak można przedstawić efekt tunelowy przekładając go na język znanego nam świata, pokazał w jednym ze swoich wykładów Leszek R. Jaroszewicz (rys. 8).

Istnienie efektu tunelowego umożliwiło powstanie życia na Ziemi – fuzja jądrowa na Słońcu zachodzi w dużej mierze dzięki temu efektowi, umożliwiającemu jądrom atomowym pokonanie bariery odpychania w temperaturze niższej niż wynikałoby to z praw termodynamiki. Z efektem tym mamy także do czynienia w procesie rozpadu jąder oraz przy reakcjach chemicznych. Przez człowieka wykorzystywany jest w technice w półprzewodnikach (dioda tunelowa). Istnienie zjawiska tunelowego zostało także wykorzystane przy konstrukcji skaningowego mikroskopu tunelowego.

Mechanika kwantowa, rozwijana m.in. przez Wernera Heisenberga, Erwina Schrödingera, Paula Diraca, Alberta Einsteina, Nielsa Bohra i Richarda Feynmana doprowadziła do obecnego modelu atomu, w którym posługujemy się prawdopodobieństwem odnalezienia elektronu na pewnym obszarze. Posługujemy się przy tym pojęciem orbitalu, tj. funkcji falowej jednego elektronu, której kwadrat modułu stanowi gęstość prawdopodobieństwa napotkania elektronu w danym punkcie przestrzeni. Kształt orbitali opisujących elektron zależy od jego usytuowania (konfiguracji) względem jąder oraz innych elektronów, co z kolei wynika z liczb kwantowych (rys. 9).



Rys. 9. Kształty orbitali w funkcji liczb kwantowych

Odkrycia mechaniki kwantowej, pozwalające nam traktować elektron nie tylko punktowo ale także falowo, tłumaczące problem z precyzyjnym określeniem lokalizacji cząstki i zastępujące to prawdopodobieństwem jej wystąpienia w danym obszarze, a także uświadamiając, że pewnych pomiarów nie da się dokonać, bo sam fakt ich dokonywania wpływa na wynik. Tak uporano się z kwestią elektronów. W historii jądra atomowego składającego się z protonów i neutronów (które odkrył w 1932 roku James Chadwick), mieliśmy do czynienia z trzema głównymi modelami: kropkowym, powłokowym i kolektywnym. Model kropkowy postulował, że nukleony w jądrze zachowują się jak cząsteczki w cieczy i całe jądro powinno być traktowane jak kropla. Model powłokowy powstał na zasadzie analogii do powłokowego modelu budowy atomu i zakłada, że nukleony nie mogą przyjmować dowolnych stanów energetycznych, a jedynie te przypisane określonym powłokom. Model ten wyjaśnia istnienie „liczb magicznych”, 2, 8, 20, 28, 50, 82, dla których jądra atomowe są najstabilniejsze, a także wyjątkowej trwałości jąder podwójnie magicznych. Model kolektywny z kolei zakłada, że nukleony łączą się w grupy, tworząc nowe cząstki wewnątrz jądra. Prawdziwym przełomem w myśleniu o jądrze i cząstkach elementarnych były lata 60. XX w. Hipotezę istnienia kwarków, jako najmniejszych cząstek strukturalnych materii, wysunęli niezależnie od siebie w 1964 r. Murray Gell-Mann i George Zweig. Nazwa kwark została zaczerpnięta

z jednej z książek Jamesa Joyce'a. Początkowo postulowano istnienie trzech kwarków: u (górnny), d (dolny) i s (dziwny). Późniejszy rozwój techniki umożliwił odkrycie następnych trzech: c (powabny), b (spodni) i t (szczytowy). Kwarki są cząstkami, które nie występują oddzielnie, swobodnie, a tylko w układach złożonych (hadronach), dlatego nazywane są cząstkami uwięzionymi, co spowodowane jest oddziaływaniami silnymi. Wszystkie kwarki opisywane są przez zestawy charakterystycznych wielkości, z których jedną jest zapach – mówimy więc, że kwarki mają zapach. Mają również kolor lub ładunek kolorowy. Oczywiście nie ma to nic wspólnego z kolorem czy zapachem – takie terminy zostały po prostu zaadaptowane. Kwarki mogą mieć też cechy określane jako dziwność czy powab... Trudno jest zrozumieć już samą tę terminologię – ograniczmy się więc do kwarków górnego i dolnego, budowniczych nukleonów. Zarówno protony, jak i neutrony są barionami, czyli hadronami złożonymi z trzech kwarków. Proton – z dwóch kwarków górnych (każdy o ładunku $+2/3$) i jednego dolnego (o ładunku $-1/3$). Sumaryczny ładunek protonu wynosi więc $+1$. Neutron zbudowany jest z jednego kwarka górnego i dwóch dolnych – ma więc ładunek 0. W świecie kwantowym nic nie jest jednak proste – takie na przykład kolory nie są przyporządkowane pojedynczym kwarkom w sposób stały, kwarki podlegające oddziaływaniom silnym potrafią się wymieniać kolorami za pośrednictwem gluonów, czyli bezmasowych cząstek elementarnych. Przy obecnym stanie wiedzy, kwarki uznawane są za cząstki elementarne – jednak skoro nie mają one ustalonych i stałych właściwości, być może za kilka lat okaże się, że również je da się rozebrać na mniejsze cząstki elementarne i na przykład każda z właściwości może być traktowana osobno, jako pojedynczy byt, co będzie kolejną rewolucją pojęciową dla ludzkości...

Literatura

1. Lucjan Piel: *Idee chemii kwantowej*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2003.
2. Włodzimierz Kołos: *Chemia kwantowa*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1978
3. Mircea Eliade: *Kowale i alchemicy*. Tł. Andrzej Leder. Wydawnictwo Fundacji Aletheia. Warszawa 1993, 2007,
4. Mircea Eliade: *Alchemia azjatycka*. Tł. Ireneusz Kania. Wydawnictwo KR. Warszawa 2000,
5. Mircea Eliade: *Kosmologia i alchemia babilońska*. Tł. Ireneusz Kania. Wydawnictwo KR. Warszawa 2000.
6. Alexander Roob: *Alchemy & Mysticism*. Wyd. Taschen. Bonn 1996.
7. Antoine Lavoisier: *CHEMIK* 2009, **62**, 5, 212.
8. etiudafilozoficzna, wirtualne czasopismo filozoficzne, Siostrzane systemy njaja i wajsieszika, <http://www.etiudafilozoficzna.pl/Tematy/fil.indii/fi3.html>
9. http://www.wiw.pl/filozofia/filozofowie/leukippos_i_demokryt_001.asp
10. oficjalna strona Michała Gryzińskiego, <http://www.iea.cyf.gov.pl/gryzinski/>
11. Encyklopedia Britannica online, <http://eb.com>

Dr Marta KIJEŃSKA – w 2004 r. ukończyła studia na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego, w 2005 r. Biotechnologię na Wydziale Biologii UW. W 2010 r. na Wydziale Chemicznym Politechniki Warszawskiej obroniła doktorat z Technologii Chemicznej. Od 2005 r. pracuje w Instytucie Chemii Przemysłowej im. prof. Ignacego Mościckiego. Jej zainteresowania naukowe skupiają się na chemicznym wykorzystaniu surowców roślinnych. Zajmuje się także strategią wykorzystania surowców odnawialnych w energetyce i przemyśle.

**Instytut Technologii Nieorganicznej I Nawozów
Mineralnych Politechniki Wrocławskiej
Instytut Nawozów Sztucznych w Puławach
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Centrum Naukowo-Badawcze Chemii, Agrochemii
i Ochrony Środowiska AGROPHOS we Wrocławiu
Polskie Towarzystwo Chemiczne**

Zapraszają do wzięcia udziału w

XXXVI MIĘDZYNARODOWYM SEMINARIUM NAUKOWO – TECHNICZNYM

CHEMISTRY FOR AGRICULTURE

organizowanym pod auspicjami

International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)

które odbędzie się w dniach 27-30 listopada 2011 r.
w Hotelu Sandra SPA w Karpaczu

Tematyka seminarium

- chemia – badania podstawowe
- technologia chemiczna – nawozy mineralne, fosforany paszowe i inne dodatki
- chemia rolna – przemiany składników nawozowych w glebie, ich przyswajalność przez rośliny
- problem fosforu i azotu w ochronie środowiska
- ekotoksykologia – wybrane problemy
- nowe technologie produktów chemicznych stosowanych w rolnictwie
- nowe metody stosowania produktów chemicznych w rolnictwie
- wpływ produktów chemicznych na produkcję roślinną i zwierzęcą
- metale ciężkie w rolnictwie
- obieg metali w środowisku przyrodniczo-rolniczym
- utylizacja odpadów metodą termiczną
- odory Polska
- biotechnologia dla rolnictwa

Kontakt/Adres do korespondencji

Teresa Frosztega
Politechnika Wroclawska
ul. Smoluchowskiego 25,
50-372 Wrocław
Tel. 071-320 24 86, 506 949 089
Fax: 071-320 3469
e-mail: teresa.frosztega@pwr.wroc.pl