



Polskie Towarzystwo Medycyny Nuklearnej

KLASYCZNY MODEL BUDOWY MATERII

dr n. tech. Adam Bajera
Członek honorowy PTMN



TREŚĆ

KLASYCZNY MODEL BUDOWY MATERII

**Jądro atomu - Defekt masy - Atom - Izotop
- Pierwiastek chemiczny - Jon - Cząsteczka**



O modelu atomu Bohra

Niels Bohr opracował w 1913 roku model atomu wodoru. Przyjął wprowadzony przez Ernesta Rutherforda model atomu, według którego elektron krąży wokół jądra jako naładowany punkt materialny, przyciągany przez jądro siłami elektrycznymi.

W modelu Bohra elektron krąży wokół jądra atomu po orbicie kołowej. Przez analogię do ruchu planet wokół Słońca model ten nazywano „modelem planetarnym atomu”.



O modelu atomu Bohra

Zastosowanie modelu Bohra nie ogranicza się jedynie do atomu wodoru. Model ten jest uniwersalny w tym sensie, że jest słuszny dla układu dwóch dowolnych cząstek naładowanych, które krążą wokół wspólnego środka masy z prędkościami znacznie mniejszymi od prędkości światła.

Model atomu Rutherforda nie przewidywał dyskretnego charakteru widma promieniowania wysyłanego przez atomy oraz nie wyjaśniał ich stabilności. Niels Bohr usunął tę trudność proponując model atomu oparty na dwóch nowych postulatach, sprzecznych z klasyczną elektrodynamiką.



KLASYCZNY MODEL BUDOWY MATERII

JĄDRO ATOMU

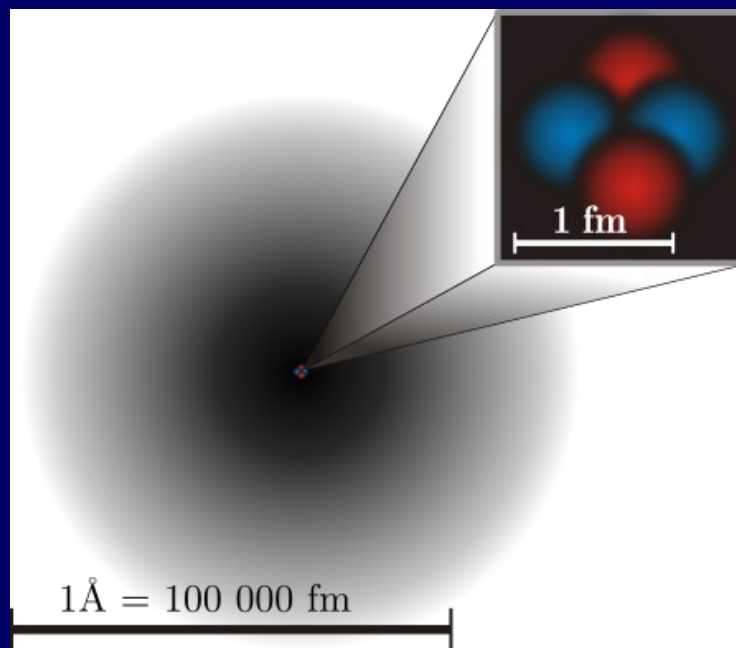


Jądro atomu

Wg Rutheforda jądro atomowe zbudowane jest z nukleonów: protonów o dodatnim ładunku elektrycznym i elektrycznie obojętnych neutronów. Wg Bohra jądro atomu jest otoczone przez powłoki elektronowe o elektrycznym ładunku ujemnym. W elektrycznie obojętnym atomie suma dodatnich ładunków protonów w jądrze jest równoważona przez sumę ujemnych ładunków chmury elektronów.



Jądro atomu



Jądro atomowe to centralna część atomu składająca się z protonów i neutronów, powiązanych siłami jądrowymi, stanowiąca niewielką część objętości całego atomu, skupiona jest w nim prawie cała jego masa.



Jądro atomu

Jądro atomowe jest charakteryzowane przez jego liczbę atomową i liczbę masową.

Liczba atomowa jest liczbą protonów w jądrze i określa ładunek elektryczny jądra. Ładunek ten jest głównym czynnikiem określającym – w następstwie – strukturę poziomów energetycznych elektronów w atomie.

Liczba masowa jest równa sumie liczby protonów i neutronów w jądrze i decyduje o masie danego atomu.



Jądro atomu

Świadomość budowy jądra atomowego w modelu Rutheford'a prowadzi do konieczności znalezienia odpowiedzi na dwa, związane ze sobą, podstawowe pytania:

Jak możliwe jest istnienie spójnego jądra, które jest podstawą istnienia atomu i, w następstwie, otaczającej nas materii. Przecież to typowa elektrostatyka – a więc protony o jednakowych ładunkach elektrycznych odpychają się!!! Zatem, który czynnik fizyczny równoważy to wzajemne odpychanie???



Jądro atomu

Czynnikiem równoważącym jest wzajemne oddziaływanie grawitacyjne zarówno neutronów jak i protonów.

Zatem do powstania jądra atomu niezbędne jest zbliżenie do siebie – protonów i neutronów – na bardzo małe (sub-jądrowe) odległości . Tak małe, aby siły elektrostatyczne i grawitacyjne co najmniej się zrównoważyły.

Ponieważ zarówno masy i wymiary neutronów są bardzo bliskie sobie, oznacza to, że liczba neutronów musi być co najmniej większa niż liczba protonów.



Jądro atomu

Zbliżenie do siebie protonów i neutronów na bardzo małe odległości wymaga **OGROMNYCH** energii. W przypadku pierwiastków naturalnych potrzebny był **WIELKI WYBUCH** i eony czasu w którym powstawały kolejne, coraz cięższe, pierwiastki. W przypadku pierwiastków wytwarzanych metodami technicznymi stosujemy różnego typu akceleratory nadające nukleonom i jonom ogromne energie kinetyczne.

Część energii włożonej w powstanie jąder atomów potrafimy odzyskać do budowy przemysłowych reaktorów jądrowych i – niechlubnie – broni jądrowej.

Ponieważ zarówno masy i wymiary neutronów są bardzo bliskie sobie, oznacza to, że liczba neutronów musi być co najmniej większa niż liczba protonów.



Deficyt masy

Jeśli znamy masę protonu i neutronu oraz wiemy, że atom składa się z protonów (Z) i neutronów ($A-Z$), to możemy obliczyć masę jądra atomu. W tym celu korzystamy ze wzoru:

$$m_{\text{jądra}} = Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n$$

Masa neutronu pozostającego w spoczynku wynosi:

$$m_n = 1,67492747104(95) \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

i jest tylko trochę większa od masy spoczynkowej protonu, ale ponad 1800 razy większa niż wartość masy spoczynkowej elektronu.



Deficyt masy

Okazuje się jednak, że wzór ten daje niezgodne wyniki w porównaniu z danymi eksperymentalnymi. MASA JĄDRA JEST BOWIEM ZAWSZE MNIEJSZA NIŻ SUMA MAS JEGO POSZCZEGÓLNYCH SKŁADNIKÓW (NUKLEONÓW) !!!.

Ten ubytek masy związany jest z oddziaływaniami jądrowymi i energią potrzebną do utrzymania jądra atomowego w całości. Podczas powstawania jądra energia związana z ubytkiem masy jądra – tzw. deficytem masy – została zamieniona na inną formę energii równą $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$.



KLASYCZNY MODEL BUDOWY MATERII

ATOM

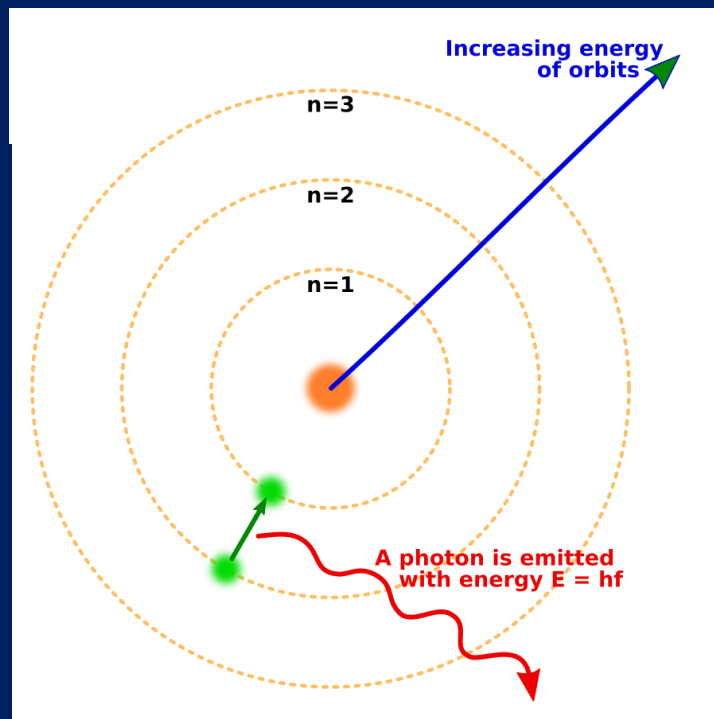


Atom

Idea istnienia niepodzielnych składników materii pojawiła się już w pismach starożytnych filozofów indyjskich i greckich. W XVII i XVIII wieku chemicy potwierdzili te przypuszczenia, identyfikując pierwiastki chemiczne i pokazując, że reagują one ze sobą w ściśle określonych proporcjach.



Atom



Atom składa się z małego dodatnio naładowanego jądra o dużej gęstości i otaczającej go chmury elektronowej o ujemnym ładunku elektrycznym.



Atom

Atomy mają rozmiary rzędu 10^{-10} m i masę rzędu 10^{-26} kg. Można je obserwować przez skaningowy mikroskop tunelowy. Ponad 99,9% masy atomu jest zawarte w jego jądrze.

Elektrony związane w atomach rozłożone są na powłokach, między którymi mogą przechodzić emitując bądź absorbując fotony o określonej energii.

W przekonaniu autora przedstawione modele Bohr'a i Rutherford'a pozwalają – bez wnikania w subtelności fizyki jądrowej – zilustrować większość zjawisk istotnych z punktu widzenia w diagnostyce i terapii radioizotopowej !!!



PIERWIASTEK CHEMICZNY



Pierwiastek chemiczny

Pierwotna definicja pierwiastka chemicznego podana przez Arystotelesa, głosząca, że jest to taka substancja, której nie da się rozłożyć na prostsze składniki, nie jest już współcześnie stosowana.

Współcześnie, pierwiastki chemiczne to zbiory atomów o tej samej liczbie protonów w ich jądrach. O właściwościach chemicznych pierwiastka decyduje struktura chmury elektronowej.



Pierwiastek chemiczny

Pierwiastek chemiczny to pojęcie chemiczne o dwóch znaczeniach:

- **zbiór wszystkich atomów posiadających jednakową liczbę protonów w jądrze,**
- **substancja chemiczna, która składa się wyłącznie z atomów posiadających jednakową liczbę protonów w jądrze.**

W odpowiednich warunkach atomy pierwiastków mogą łączyć się ze sobą, tworząc związki chemiczne. Niemal cała znana materia składa się z pierwiastków w pierwszym znaczeniu, które występują albo w stanie wolnym, albo w formie związków chemicznych i ich mieszanin.



KLASYCZNY MODEL BUDOWY MATERII

IZOTOP



Izotop

Izotopy to atomy pierwiastka o tej samej liczbie masowej lecz różnych liczbach atomowych. Promieniotwórcza ich odmiana (radioizotopy, radionuklidy) charakteryzuje się niestabilnymi jądrami które powstają samorzutnie. W wyniku tej przemiany powstają jądra innych atomów. Podczas przemiany promieniotwórczej emitowane są cząstki elementarne i/lub promieniowanie gamma.

Izotopy tego samego pierwiastka na ogół mają zbliżone własności fizyczne i chemiczne. Jednak im większa jest różnica mas atomowych izotopów, tym większe mogą być różnice ich własności fizycznych lub chemicznych. Izotopy danego pierwiastka mogą mieć inną gęstość, temperaturę wrzenia, topnienia i sublimacji. Różnice te występują także w związkach chemicznych tworzonych przez izotopy.



Izotop

Izotopy, ze względu na stabilność, dzieli się na:

trwałe – nieulegające samorzutnej przemianie na izotopy tego samego lub innych pierwiastków,

nietrwałe – zwane izotopami promieniotwórczymi, które ulegają samorzutnej przemianie na inne izotopy, zazwyczaj innego pierwiastka.

Pierwiastki występują naturalnie zwykle jako mieszanina izotopów. Jest to główna przyczyna, która sprawia, że masy atomowe nie są liczbami całkowitymi.



KLASYCZNY MODEL BUDOWY MATERII

JON



Jon

Jon to atom lub grupa atomów połączonych wiązaniami chemicznymi, która ma niedomiar lub nadmiar elektronów w stosunku do protonów. Obojętne elektrycznie atomy i cząsteczki związków chemicznych mają równą liczbę elektronów i protonów, jony zaś są elektrycznie naładowane dodatnio lub ujemnie.

Jony naładowane dodatnio nazywa się kationami, zaś ujemnie – anionami. Jony mogą występować samodzielnie, w stanie wolnym (zwykle w fazie gazowej) lub tworzą tzw. pary jonowe, które mogą być luźno z sobą związane lub odwrotnie – tworzyć silne wiązania.



KLASYCZNY MODEL BUDOWY MATERII

CZĄSTECZKA



Cząsteczka

W odpowiednich warunkach atomy pierwiastków mogą łączyć się ze sobą, tworząc związki chemiczne.

Niemal cała znana materia składa się z pierwiastków chemicznych w pierwszym znaczeniu, które występują albo w stanie wolnym albo w formie związków chemicznych i ich mieszanin.

Cząsteczka może się składać z atomów jednego, jak w przypadku tlenu O_2 , lub różnych, czego przykładem jest woda H_2O .



KLASYCZNY MODEL BUDOWY MATERII

Koniec tematu

Kompilacja - adam.bajera@euromail.pl