



Polskie Towarzystwo Medycyny Nuklearnej

# **BUDOWA MATERII WG MODELU STANDARDOWEGO**

**dr n. tech. Adam Bajera**  
**Członek honorowy PTMN**



## TREŚĆ

### BUDOWA MATERII WG MODELU STANDARDOWEGO

**Skala cząstek fundamentalnych i oddziaływań podstawowych**

- Skala jądra atomu - Skala atomu**
- Skala cząsteczki - Skala makroskopowa**



# **Organizacja materii w modelu standardowym**

**Skala cząstek fundamentalnych  
i oddziaływań podstawowych**



**Skala jądra atomowego**



**Skala atomowa**



**Skala cząsteczkowa**



**Skala makroskopowa**



**SKALA CZĄSTEK  
FUNDAMENTALNYCH  
I ODDZIAŁYWAŃ PODSTAWOWYCH**



# Skala cząstek fundamentalnych i oddziaływań podstawowych

Model standardowy wprowadza 12 cząstek, z których zbudowana jest materia, zwanych fermionami i 12 cząstek, odpowiedzialnych za przenoszenie oddziaływań między innymi cząstkami, zwanych bozonami („cząstek promieniowania”).

**Bozony**

- gluony odpowiedzialne za oddziaływania silne
- wuony i zeton odpowiedzialne za oddziaływania słabe
- foton, który pośredniczy w przenoszeniu oddziaływań elektromagnetycznych

**Fermiony**

- kwarki
- leptony



# Skala cząstek fundamentalnych i oddziaływań podstawowych

## Nowe teorie

**Obecnie zaczyna panować przekonanie, że model standardowy jest teorią tymczasową i trwają intensywne prace nad znalezieniem teorii bardziej podstawowej – być może cząstki uważane za „elementarne” przez model standardowy, w nowej teorii okażą się cząstkami złożonymi; fizycy mają też nadzieję, że będzie ona zawierała cząstki nieujęte w modelu standardowym.**

**Chodzi tu przede wszystkim o hipotetyczne grawitony, które miałyby być odpowiedzialne za przenoszenie oddziaływań grawitacyjnych. Ogólna teoria miałaby łączyć wreszcie wszystkie cztery typy podstawowych oddziaływań w przyrodzie.**



# Skala cząstek fundamentalnych i oddziaływań podstawowych

## Nowe teorie

**Według teorii superstrun, każda cząstka fundamentalna jest przejawem innego rodzaju drgań superstruny (struny drgają bezustannie w sposób podobny jak fale stojące: cząstki miałyby być obrazem drgań analogicznie jak orbitale atomowe w modelu atomu Bohra są węzłami fali stojącej według teorii fal materii).**

**Istnieje też grupa modeli zwanych supersymetrycznymi. Przewiduje ona, że każda ze znanych cząstek ma swego, nieodkrytego jeszcze, supersymetrycznego partnera, zwanego s-cząstką. Mają one większą masę niż „zwykłe” cząstki. Rozważania teoretyczne sugerują, że masa ich może leżeć w obszarze kilkuset GeV do 1 TeV, czyli nieco poza zasięgiem istniejących akceleratorów.**



## SKALA JĄDRA ATOMU





# Skala jądra atomu

**Jądro atomowe tworzą dwa – będące barionami – nukleony: proton i neutron. Sprawia to, że neutron ma zerowy ładunek, a proton równy  $+1 e$ .**

**Protony odpychają się elektrostatycznie, jednak jądro utrzymywane jest w całości przez oddziaływanie tzw silne. Działa ono tylko na niewielką odległość, dlatego jądra zbyt duże i masywne stają się nietrwałe, co prowadzi do samorzutnego ich rozpadu.**

**Jądro atomowe o określonej liczbie protonów i neutronów nazywamy nuklidem. Nuklidy o jednakowej liczbie protonów, a różnej neutronów, to izotopy, o jednakowej liczbie neutronów, a różnej protonów, to izotony, zaś o jednakowej liczbie masowej, lecz różnych liczbach protonów i neutronów, to izobary.**



# BUDOWA MATERII WG MODELU STANDARDOWEGO

---

## SKALA ATOMU



# Skala atomu

**Obiekt fizyczny złożony z jądra atomowego i znajdujących się w otoczeniu jądra (ale w odległości znacznie większej niż promień jądra), związanych z nim oddziaływaniem elektromagnetycznym (siłą elektrostatyczną), elektronów to atom. Nazwa ta pochodzi z greckiego *ἄτομος* – niepodzielny, gdyż kiedyś uważano go za najprostszy składnik materii.**

**Elektron w atomie może znajdować się w jednym z wielu możliwych tzw. stanów kwantowych, opisywanych matematycznie tzw. funkcją falową, z której wynika m.in. prawdopodobieństwo znalezienia tej cząstki w zadanym obszarze. Falowa natura cząstek elementarnych sprawia, że ich położenie nie jest ściśle określone.**



# Skala atomu

**Niekiedy, za Feynmanem, mówi się o chmurze elektronowej (o gęstości i kształcie zależnych od stanu kwantowego), zamiast o elektronie w atomie, dla podkreślenia, że elektron powinien być traktowany raczej jako obiekt rozmyty, zgodnie z jego falową naturą.**

**Dozwolone prawami mechaniki kwantowej stany elektronu w atomie, są opisywane przez funkcje falowe zwane orbitalami atomowymi.**

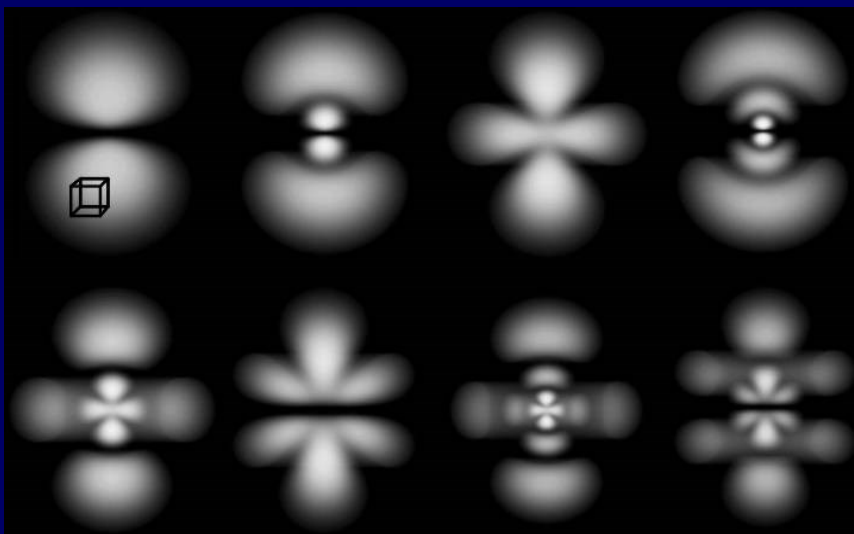
**Energia elektronu, kręt (orbitalny moment pędu), spin oraz orientacja przestrzenna wektorów krętu i spinu mogą przybierać wyłącznie wartości nieciągłe (skwantowane), określone przez liczby kwantowe:  $n, l, ml, s, ms$ .**



# Skala atomu

Według Zakazu Pauliego sprawia, że dwa elektrony nie mogą być w stanie o tych samych wartościach wszystkich liczb kwantowych. Trzy liczby kwantowe:  $n$ ,  $l$ ,  $m_l$ , wyznaczają tzw. orbital.

Orbitale atomowe grupują się w tzw. powłoki i podpowłoki elektronowe. Przypisanie elektronów poszczególnym podpowłokom to tzw. konfiguracja elektronowa atomu.



Kształty orbitali – miejsc w których najbardziej prawdopodobne jest znalezienie elektronu.



# Skala atomu

**Atom, w którym liczba elektronów jest różna od liczby protonów (co powoduje posiadanie przez atom niezerowego wypadkowego ładunku elektrycznego) nazywamy jonem.**

**Zbiór atomów o tej samej liczbie protonów w jądrze (liczbie atomowej), to pierwiastek chemiczny. Atomy jednego pierwiastka mogą różnić się liczbą neutronów w jądrze – są to tzw. izotopy.**



# BUDOWA MATERII WG MODELU STANDARDOWEGO

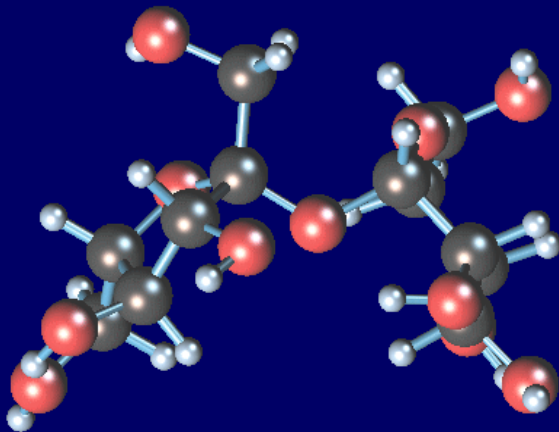
---

## SKALA CZĄSTECZKI



## Skala cząsteczki

**Atomy mogą łączyć się w cząsteczki, których względną trwałość zapewniają wiązania chemiczne. Wiązania chemiczne powstają dzięki wymianie elektronów między atomami, która może odbywać się na dwa sposoby: kowalencyjny i jonowy.**



**Schematyczny model najbardziej prawdopodobnego położenia atomów w cząsteczce sacharozy i wiązań między nimi.**





# Skala cząsteczki

**Najmniejsze cząsteczki zawierają tylko dwa atomy (np.  $H^2$ ), największe mogą liczyć nawet setki milionów atomów (np. DNA). Największe cząsteczki można już obserwować z użyciem mikroskopu optycznego.**

**Wiązanie kowalencyjne polega na współnianiu par elektronów przez dwa lub więcej atomów. W kategoriach mechaniki kwantowej współniowane pary elektronów obsadzają odpowiednie orbitale molekularne.**

**Wiązanie jonowe polega na trwałym przeniesieniu elektronów z jednego atomu na drugi, w efekcie którego na jednym z atomów tworzy się całkowity ładunek ujemny, a na drugim dodatni. W efekcie powstaje para jonowa, która jest związana z sobą zwykłymi oddziaływaniami elektrostatycznymi.**



# BUDOWA MATERII WG MODELU STANDARDOWEGO

---

## SKALA MAKROSKOPOWA



# Skala makroskopowa

**Obok wiązań atomowych istnieją oddziaływania, w których elektrostatycznie oddziałują całe cząsteczki. Oddziaływania te starają się związać cząsteczki ze sobą w większe struktury (agregaty, krystality). Przeciwstawia się temu ciągły ruch cząsteczek, którego makroskopowym przejawem jest temperatura.**

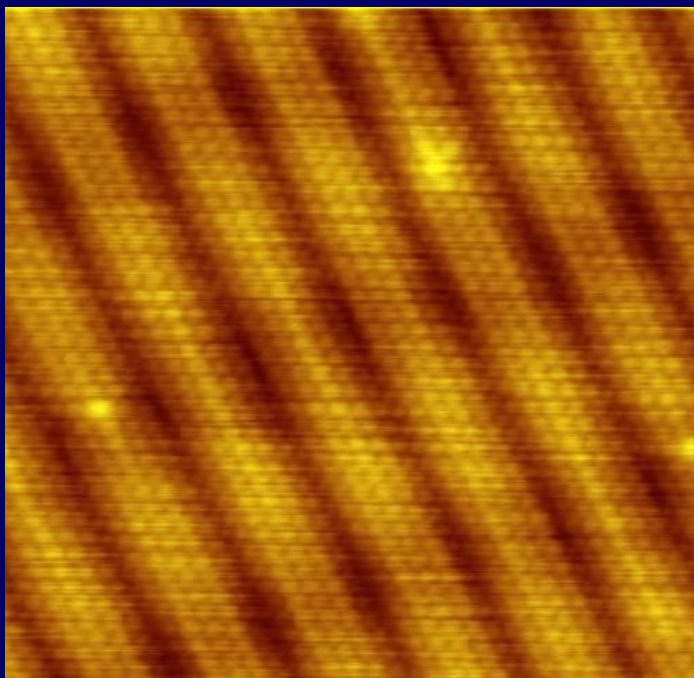
**Za pomocą oddziaływań międzycząsteczkowych (siły Van Der Waalsa, wiązania wodorowe itp.) cząsteczki chemiczne niekiedy łączą się w tzw. cząstki supramolekularne.**

**Cząstki supramolekularne odgrywają kluczową rolę w funkcjonowaniu organizmów żywych. Część tego rodzaju cząstek jest na tyle duża, że da się je obserwować pod mikroskopem optycznym.**



# Skala makroskopowa

**W skali makroskopowej z czterech oddziaływań obserwowalne są jedynie oddziaływania elektromagnetyczne i grawitacja, gdyż zanikają one najwolniej wraz z odległością.**



**Obraz ze skaningowego mikroskopu tunelowego pokazujący pojedyncze atomy złota.**



# **BUDOWA MATERII WG MODELU STANDARDOWEGO**

---

**Koniec tematu**

**Kompilacja - [adam.bajera@euromail.pl](mailto:adam.bajera@euromail.pl)**