

Wstęp do modelu standardowego

Prezentacja na podstawie artykułu z czasopisma "Delta" o historii fizyki cząstek elementarnych: „Model Standardowy jaki jest, każdy widzi” – Piotr Chankowski

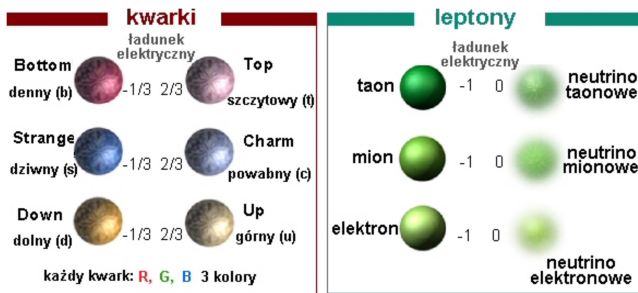
Michał Kaczmarczyk, Maciej Dudek

July 1, 2016

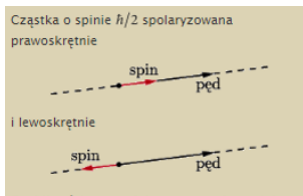
Czym jest Model Standardowy?

Kwantki	$2.2 \text{ MeV}/c^2$ $\frac{2}{3}$ $\frac{1}{2}$ u górny	$1.27 \text{ GeV}/c^2$ $\frac{2}{3}$ $\frac{1}{2}$ c powabny	$173.3 \text{ GeV}/c^2$ $\frac{2}{3}$ $\frac{1}{2}$ t szczytowy	Bozony cechowania	0 0 1 γ foton	$91.2 \text{ GeV}/c^2$ 0 1 Z^0 bozon Z
	$4.8 \text{ MeV}/c^2$ $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ d dolny	$95 \text{ MeV}/c^2$ $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ s dziwny	$4.2 \text{ GeV}/c^2$ $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ b spodni		0 0 1 g gluon	$80.4 \text{ GeV}/c^2$ ± 1 1 W $^{\pm}$ bozon W
	$0.511 \text{ MeV}/c^2$ -1 $\frac{1}{2}$ e elektron	$105.7 \text{ MeV}/c^2$ -1 $\frac{1}{2}$ μ mion	$1.777 \text{ GeV}/c^2$ -1 $\frac{1}{2}$ τ taon		$125 \text{ GeV}/c^2$ 0 0 H 0 bozon Higgsa	
Leptony	$0.2 \text{ eV}/c^2$ 0 $\frac{1}{2}$ ν_e neutrina elektroniczne	$1.70 \text{ eV}/c^2$ 0 $\frac{1}{2}$ ν_μ neutrina mionowe	$1.3 \text{ eV}/c^2$ 0 $\frac{1}{2}$ ν_τ neutrina taonowe			Higgs Ładunek Spin

- Jest to teoria opisująca trzy z czterech (bez grawitacji) oddziaływań podstawowych:
 - Oddziaływanie elektromagnetyczne
 - Oddziaływania słabe
 - Oddziaływania silne



- Podstawowymi składnikami materii są kwarki i leptony. Grupują się w trzy generacje (każda generacja ma jeden kwark o ładunku $-1/3$, jeden kwark o ładunku $2/3$, lepton o ładunku -1 i elektrycznie obojętne neutrino). Każdy z nich ma dopasowaną do siebie antycząstkę.



- Naładowany fermion może być lewo- lub prawoskrętny
- Każdy kwark ma swoją wewnętrzną cechę zwaną kolorem a ich rodzaje nazywa się zapachami.

Kwantowa teoria pola

- Jest to teoria (teorie) opisujące oddziaływania podstawowe.
- Aparatem matematycznym tej teorii jest rachunek operatorów w przestrzeni Hilberta gdzie wielkości fizyczne są wyrażane za pomocą specjalnych operatorów zwanych polami. Jednym z przykładów tej teorii jest właśnie Model standardowy.

Kwantowa teoria pola

- Zakładając, iż przestrzeń między oddziałującymi cząstkami jest wypełniona polem, można każdemu punktowi przypisać funkcję zwaną natężeniem pola i opisującą ilościowo jak oddziaływanie przenosi się między cząstkami.
- W uproszczeniu opisuje ona oddziaływania cząstek jako elementarne akty, w których jedne cząstki znikają a na ich miejsce powstają inne.
- Najprostszym przykładem będzie oddziaływanie jednej cząstki z drugą polegające na wymianie trzeciej „wirtualnej” cząstki.

Gluony



- Są to bezmasowe cząstki elementarne pośredniczące w oddziaływaniach silnych (tzn. polega to na wymianie gluonów między kwarkami lub innymi gluonami). Gluon przenosi ładunek koloru (posiada też swój własny kolor) i nie posiada ładunku elektrycznego.

Bozony W i Z



- Są to jedne z 12 bozonów cechowania (bozony elementarne), które są nośnikami oddziaływań słabych. Oddziaływania słabe są odpowiedzialne za rozpad beta i związaną z nim radioaktywność. Skrętność cząstki odgrywa dużą rolę w oddziaływaniach słabych, uczestniczą w nich tylko lewoskrętne fermiony i prawoskrętne antyfermiony.

Bozony W i Z

- Bozon W występuje w dwóch postaciach podstawowych (cząstka i antycząstka). Oddziałuje z wszystkimi fermionami i antyfermionami tak samo jak cząstka Z. Cząstka Z w odróżnieniu od oddziaływań z fotonami oraz gluonami, z bozonami zależy silnie od skrętności (fermiony lewo i prawo skrętne oddziałują inaczej).
- Czynniki V odpowiada za to jak chętnie kwark u przechodzi w d , s itd.
- Czynników jest 9 i tworzą one macierz CKM (Cabibbo-Kobayashiego-Maskawy).

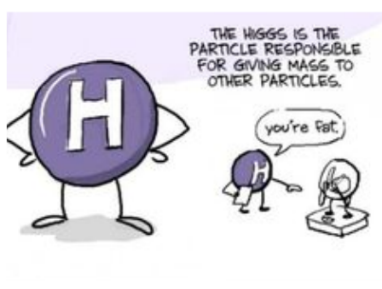
$$\begin{pmatrix} d' \\ s' \\ b' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_{ud} & V_{us} & V_{ub} \\ V_{cd} & V_{cs} & V_{cb} \\ V_{td} & V_{ts} & V_{tb} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} d \\ s \\ b \end{pmatrix}$$

Fotony



- Oddziaływanie to odpowiada za siły działające między cząstkami posiadającymi ładunek elektryczny. Kwantem oddziaływania elektromagnetycznego jest foton które polega na wymianie między cząstkami naładowanymi pośredniczącego fotonu

Bozony Higgsa



- Jest to cząstka elementarna o zerowym spinie oraz ładunku. Mechanizm Higgsa który uzasadnia istnienie tej cząstki polega na sprzężeniu pól kwantowych materii z dodatkowym polem kwantowym (polem Higgsa) w wyniku którego bezmasowe cząstki nabierają masy.