

Standardní model: ZÁKLADNÍ ČÁSTICE A INTERAKCE

Standardní model shrnuje současné poznatky částicové fyziky. Je to kvantová teorie, která zahrnuje teorii silných interakcí (kvantová chromodynamika neboli QCD) a sjednocenou teorii slabých a elektromagnetických interakcí (elektroslabé interakce). V tomto schématu je zahrnuta i gravitace, protože je jednou ze základních interakcí, i když není součástí „standardního modelu“.

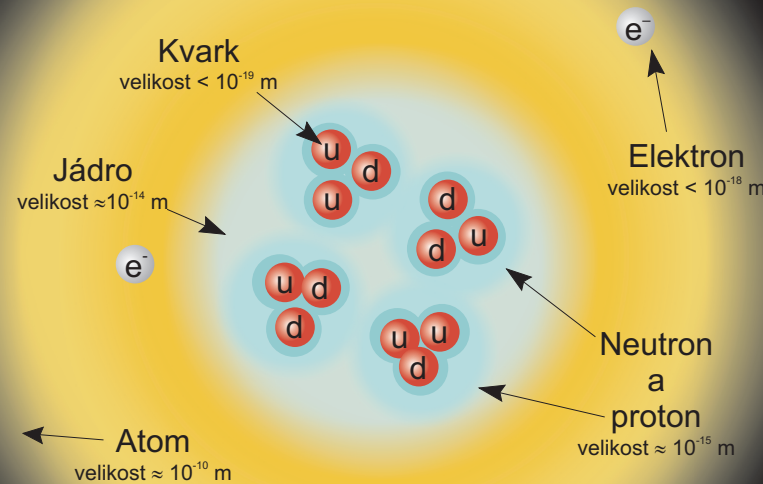
FERMIONY

stavební kameny hmoty
spin = 1/2, 3/2, 5/2 ...

Leptony			spin = 1/2		
Vůně	Hmotnost GeV/c ²	Elektrický náboj	Vůně	Přibližná hmotnost GeV/c ²	Elektrický náboj
ν_e elektronové neutрино	<10 ⁻⁸	0	u	0.003	2/3
e elektron	0.000511	-1	d	0.006	-1/3
ν_μ mionové neutрино	<0.0002	0	c	1.3	2/3
μ mion	0.106	-1	s	0.1	-1/3
ν_τ tauonové neutрино	<0.02	0	t	175	2/3
τ tauon	1.777	-1	b	4.3	-1/3

Kvarky			spin = 1/2		
Vůně	Hmotnost GeV/c ²	Elektrický náboj	Vůně	Přibližná hmotnost GeV/c ²	Elektrický náboj
u	0.003	2/3	c	1.3	2/3
d	0.006	-1/3	s	0.1	-1/3
c	1.3	2/3	t	175	2/3
s	0.1	-1/3	b	4.3	-1/3
t	175	2/3			
b	4.3	-1/3			

Struktura atomu



Obrázek neodpovídá skutečným velikostním poměrům. Kdyby byla velikost protonů a neutronů na obrázku 10 cm, byly by kvarky a elektrony menší než 0,1 mm a celý atom by měřil 10 km.

BOSONY

nosiče síly
spin = 0, 1, 2, ...

Sjednocená elektroslabá			spin=1		
Název	Hmotnost GeV/c ²	Elektrický náboj	Název	Hmotnost GeV/c ²	Elektrický náboj
γ foton	0	0	g gluon	0	0
W^-	80.4	-1			
W^+	80.4	+1			
Z^0	91.188	0			

Silná (barevná)			spin=1		
Název	Hmotnost GeV/c ²	Elektrický náboj	Název	Hmotnost GeV/c ²	Elektrický náboj
g gluon	0	0			

Barevný náboj
Každý kvark nese jednu ze tří hodnot „silného náboje“, kterému se také říká „barevný náboj“. Tyto barevné náboje nemají nic společného s barvami ve viditelném světle. Gluony mají osm možných hodnot barevného náboje.

Stejně jako elektricky nabitě částice interagují tak, že si vyměňují fotony, v silných interakcích interagují barevně nabitě částice prostřednictvím výměny gluonů. Leptony, fotony, W a Z bosony silně neinteragují a nemají tedy žádný barevný náboj.

Kvarky uvězněné v mezonech a baryonech

Kvarky a gluony není možné od sebe odtrhnout, jsou uvězněny v barevně neutrálních částicích nazývaných **hadrony**. Toto uvěznění (vazba) je důsledkem mnohonásobné výměny gluonů mezi barevně nabitými kvarky i gluony samými. Když se barevně nabitě částice (kvarky, gluony) vzdalují, energie pole barevné síly mezi nimi roste. Tato energie se nakonec přemění na další pár kvark - antikvark (viz. obr. v dolní části). Kvarky a antikvarky potom vytvoří hadrony; to jsou ty částice, které nakonec pozorujeme. V přírodě existují dva typy hadronů: **mezony** $q\bar{q}$ a **baryony** qqq .

Zbytková silná interakce

Silná vazba barevně neutrálních protonů a neutronů tvořících jádro je způsobena zbytkovou silnou interakcí mezi jejich barevně nabitými složkami. Je to podobné jako zbytková elektromagnetická interakce, která váže elektricky neutrální atomy do molekul. Lze ji také chápat jako výměnu mezonů mezi hadrony.

Spin je vnitřní moment hybnosti částice. Spin se udává v násobcích \hbar , což je kvantová jednotka momentu hybnosti, kde $\hbar = h/2\pi = 6,58 \times 10^{-25}$ GeV s = $1,05 \times 10^{-34}$ J s.

Elektrický náboj se vyjadřuje v násobcích náboje protonu. V soustavě SI je elektrický náboj protonu $1,60 \times 10^{-19}$ coulombů.

Jednotkou **energie** používanou v částicové fyzice je elektronvolt (eV), což je energie získaná jedním elektronem při průchodu potenciálovým rozdílem 1V. **Hmotnosti** se vyjadřují v GeV/c² (neboť platí $E=mc^2$), kde 1 GeV = 10^9 eV = $1,60 \times 10^{-10}$ joulu. Hmotnost protonu je $0,938$ GeV/c² = $1,67 \times 10^{-27}$ kg.

VLASTNOSTI INTERAKCÍ

Baryony qqq a antibaryony $\bar{q}\bar{q}\bar{q}$					
Baryony jsou hadrony s poločíselným spinem. Existuje okolo 120 druhů baryonů.					
Symbol	Název	Kvarkové složení	Elektrický náboj	Hmotnost GeV/c ²	Spin
p	proton	uud	1	0.938	1/2
\bar{p}	anti-proton	$\bar{u}\bar{u}\bar{d}$	-1	0.938	1/2
n	neutron	udd	0	0.940	1/2
Λ	lambda	uds	0	1.116	1/2
Ω^-	omega	sss	-1	1.672	3/2

Vlastnosti	Interakce		Základní	Silná
	Gravitační	Slabá (Elektroslabá)		
„Náboj“, na který působí:	hmota	vůně	barevný náboj	viz. odstavec o zbytkové silné interakci
Částice, které ji cítí:	všechny	kvarky, leptony	kvarky, gluony	hadrony
Zprostředkující částice:	graviton (dosud neobjeven)	$W^- W^+ Z^0$	gluony	mesony
Síla v poměru k elektromagnetické mezi dvěma u kvarky ve vzdálenosti 10^{-18} m a mezi dvěma protony v jádře 3×10^{-17} m	10^{-41} 10^{-41} 10^{-36}	0.8 10^{-4} 10^{-7}	1 1 1	netýká se kvarků 20

Mezony $q\bar{q}$					
Mezony jsou hadrony s celočíselným spinem (bosony). Existuje okolo 140 druhů mezonů.					
Symbol	Název	Kvarkové složení	Elektrický náboj	Hmotnost GeV/c ²	Spin
π^+	pion	$u\bar{d}$	+1	0.140	0
K^-	kaon	$s\bar{u}$	-1	0.494	0
ρ^+	ro	$u\bar{d}$	+1	0.776	1
B^0	B-nula	$d\bar{b}$	0	5.279	0
η_c	eta-c	$c\bar{c}$	0	2.980	0

Hmota a antihmota

Ke každému typu částice existuje odpovídající typ antičástice, která se označuje pruhem nad příslušným symbolem dané částice (pokud není součástí symbolu označení náboje + nebo -). Částice a antičástice mají stejnou hmotnost a spin, ale opačné náboje. Některé elektricky neutrální bosony (např. Z^0 , γ a $\eta_c = c\bar{c}$, avšak nikoli $K^0 = d\bar{s}$) jsou samy sobě antičásticí.

Obrázky

Tyto diagramy jsou pouze výtvarným zobrazením fyzikálních procesů. **Nečiní si nárok na přesnost a nemají žádné rozumné měřítko.** Zeleně vybarvené plochy znázorňují oblaka gluonů nebo gluonové pole a červené čáry dráhy kvarků.

