

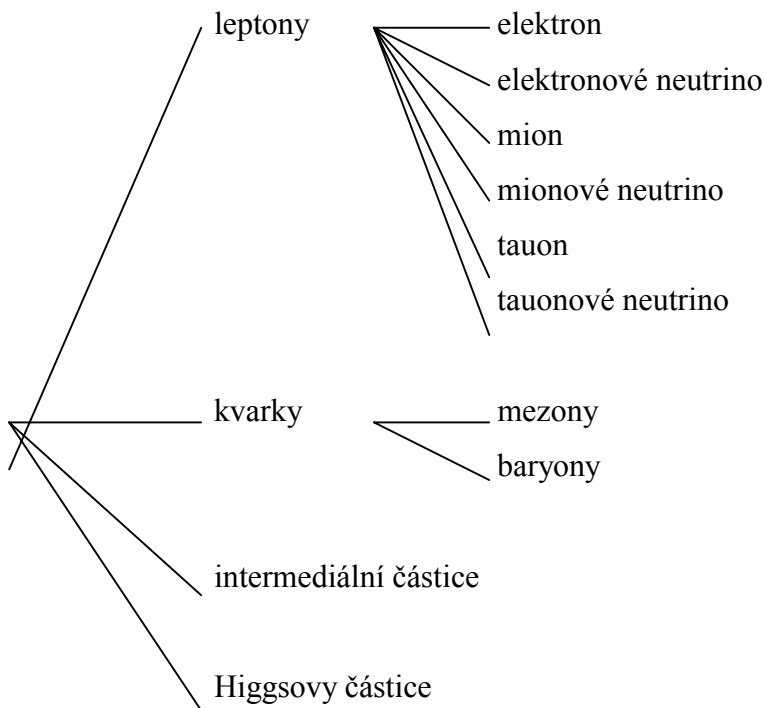
Elementární částice

autoři: Matěj Navrátil
Michal Nyklíček
Milan Těšínský

0. úvod

Tento poster pojednává o elementárních částicích a snaží se podat jejich přehled. Existuje však velmi mnoho druhů částic, které dnes považuje věda za elementární, proto nebude naším cílem zabývat se všemi, nýbrž jen těmi nejběžnějšími a nejdůležitějšími.

1. Dělení částic podle „rodové“ příslušnosti



I. Leptony

Částice, které se řadí mezi leptony jsou:

- elektron
- elektronové neutrino
- mion
- mionové neutrino
- tauon
- tauonové neutrino

Obecné vlastnosti leptonů:

U leptonů nepozorujeme žádnou vnitřní strukturu. Spin všech částic je $1/2$ a jde tedy o fermiony. Všechny leptony interagují slabou interakcí a neinteragují silně. Nabité leptony (elektrony) interagují navíc elektromagneticky, což způsobuje intenzivní interakci s hmotou. Nenabitě leptony (neutrína) interagují s hmotou velmi slabě. Přesto je jich v našem okolí značné množství. Tok *slunečních neutrín* se u naší Země odhaduje na 70×10^9 v $\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$. V každém cm^3 je navíc 300 *reliktních neutrín* z období oddělení neutrín od ostatní hmoty v době cca 1 s po Velkém třesku. Při interakci kosmického záření s atmosférou vznikají asi 20 km nad zemí tzv. *atmosférická neutrína*. Žijeme tak v hustém neutrínovém moři, které s námi minimálně interaguje. Pro neutrína je celá Země zcela průhledná a neutrína s jejími atomy zainteragují jen zcela výjimečně.

Základní číselná fakta o leptonech:

Částice	Hmotnost	Doba života	Rok objevu
e	0,51 MeV ($1 m_e$)	-	1897
μ	105,7 MeV ($207 m_e$)	2×10^{-6} s	1937
τ	1777 MeV ($3484 m_e$)	3×10^{-13} s	1975
ν_e	?		1956
ν_μ	0,07 eV		1962
ν_τ	?		1976

II. Kvarky

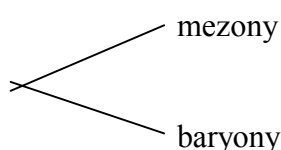
Na konci 50. a v průběhu 60. let se fyzikové pokoušeli vysvětlit podstatu silné interakce i chování tzv. těžkých částic (*hadronů*) pomocí různých modelů. Jejich název pochází z řeckého „hadros“, což znamená „těžký, silný“. Tyto částice podléhají působení silné (jaderné) interakce. Mezi nejznámější hadrony patří částice tvořící atomové jádro - *proton* a *neutron*, které nazýváme souhrnně *nukleony*.

Tyto snahy vyústily v kvarkový model navržený nezávisle M. Gell-Mannem a G. Zweigem v roce 1964. Dnes podle tohoto modelu předpokládáme, že *hadrony* jsou tvořeny z šestice kvarků a šestice antikvarků, které korespondují s šesticí leptonů a šesticí antileptonů. V roce 1969 bylo na lineárním urychlovači SLAC ve Stanfordu v rozptylových experimentech potvrzeno, že se protony skutečně skládají z elementárnějších komponent - kvarků *d* a *u*. Kvark *s* byl nalezen zanedlouho. Kvark *c* byl objeven ve vázaných stavech charmonia J/Ψ dvěma nezávislými skupinami v roce 1974. Částici J našla skupina vedená Tingem na protonovém urychlovači v Brookhavenu v experimentech s fixovaným terčem a stejnou částicí pod názvem Ψ našla skupina vedená Richtermem na kolideru SPEAR ve Stanfordu (objev vešel do dějin jako listopadová J/Ψ revoluce). V roce 1976 byly objeveny vázané stavy kvarku *b*. Dlouho očekávaná existence posledního kvarku *t* byla potvrzena až v roce 1994 v laboratoři Fermilab.

Základní vlastnosti kvarků:

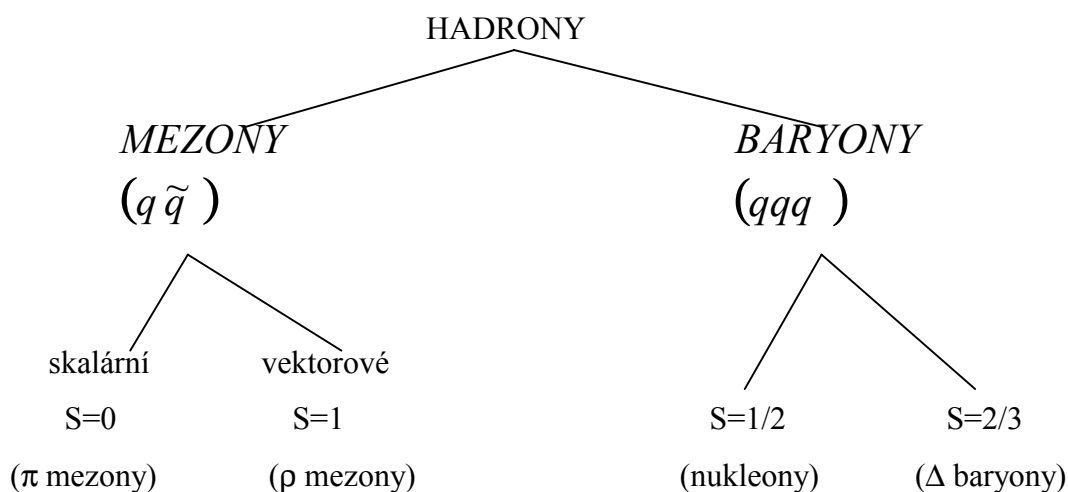
kvark	spin	baryonové číslo	náboj	hmotnost	rok objevu
d	1/2	1/3	-1/3	7 MeV	1969
u	1/2	1/3	+2/3	5 MeV	1969
s	1/2	1/3	-1/3	150 MeV	1969
c	1/2	1/3	+2/3	1,4 MeV	1974
b	1/2	1/3	-1/3	4,3 MeV	1976
t	1/2	1/3	+2/3	176 MeV	1994

Z kvarků lze vytvořit dvě skupiny částic:



Mezony jsou složeny z jednoho kvarku a jednoho antikvarku. Baryony jsou naopak složeny ze tří kvarků.

Přehled částic složených z kvarků:



III. Intermediální částice

Jedná se o částice, které zprostředkovávají interakci (silové působení) mezi jednotlivými částicemi.

Podle představ kvantové teorie pole (P. A. M. Dirac, R. Feynman a další) probíhá interakce dvou částic tak, že si vymění tzv. intermediální (mezipůsobící, plní, výměnnou) částici.

Každá částice podléhající interakci je obklopena oblakem těchto intermediálních částic.

Pojem pole (elektromagnetické, slabé, silné, gravitační) tak neznámá nic jiného než tento oblak intermediálních částic.

IV. Higgsovy částice

Jde o zatím nenalezené částice, které by v přírodě měly způsobovat spontánní narušení symetrie elektroslabé interakce $SU(2) \times U(1)_{\text{loc}}$. Podstatnou úlohu hrají v teorii elektroslabé interakce, kde způsobují nenulovou hmotnost intermediálních částic slabé interakce a její konečný dosah.

V. Použitá literatura

(autor / název knihy / vydavatelství / rok vydání)

T. Mayer – Kuckuck / Fyzika atomového jádra / SNTL (nakladatelství technické literatury) / 1974

Jan Fisher / Průhledy do mikrokosmu / edice Kolumbus / 1987

Július Krempaský / Fyzika / ALFA / 1982

kol. autorů / Fyzika pro každého / Horizont / 1975

E. Svoboda a kol. / Přehled středoškolské fyziky / Prometheus / 1996

A. Beiser / Úvod do moderní Fyziky / SNTL (nakladatelství technické literatury) / 1975