

Hadrony



Samostatná práce

Tento článek je editován studenty 2. LF UK v rámci plnění jejich studijních povinností (seminární práce – vypracování zkuškových otázek z biofyziky). Ostatní uživatele prosíme, nezasahujte výrazněji do jeho tvorby až do doby, než bude práce odevzdána (s výjimkou malých editací – opravy překlepů, pomoci s formátováním apod.). Máte-li nějaké náměty či připomínky, uveďte je prosím v diskusi (<https://www.wikiskripta.eu/w/Diskuse:Hadrony>). V případě potřeby kontaktujte autory stránky – naleznete je v historii (<https://www.wikiskripta.eu/index.php?title=Hadrony&action=history>).

Stránka byla naposledy aktualizována v pondělí 18. 6. 2018 v 18.37.

„Podobně jako žijí sloni spolu ve skupinách, tak se vyskytují kvarky také jen ve skupinách s jinými kvarky. Nikdy se nevyskytují samostatně. Kvarky tvoří částice, které nazýváme hadrony“.^[1]

Hadrony (řec. *hadros* = silný, bujarý) jsou **subatomární částice**. Jejich hlavní charakteristikou je silná jaderná interakce. V současné době se hadrony již nepovažují za elementární částice. Jsou charakterizovány jako **objekty složené z kvarků**. Znamé hadrony se dělí na baryony a mezony.

Vlastnosti

- Hadrony mohou být buď **bosony** (pak jsou to mezony) anebo **fermiony** (pak jsou to baryony).
- Reagují na **silnou interakci**.
- Jsou vždy **barevně neutrální**, protože je jejich barevný náboj nulový.
- Každý hadron má i svou antičástici, která je sestavena z příslušných antikvarků.
- Kromě protonu řadíme všechny hadrony mezi nestabilní částice.
 - Zajímavou skupinou jsou – metastabilní částice. K rozpadu těchto částic stačí pouze působení slabé či elektromagnetické interakce.
- Rezonance – excitovaný stav hadronu.

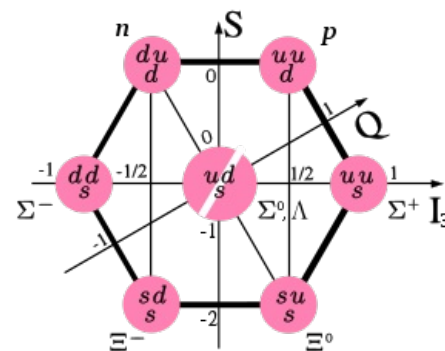
Baryony

Výraz je odvozen z řeckého „*barys*“, tj. „těžký“, což souvisí s tím, že baryony mají **vyšší klidovou hmotnost než ostatní částice**.

Baryony lze dělit na **lehčí** – nukleony, kam patří protony a neutrony obsahující kvarky (*u*, *d*) a na **těžší** – hyperony, kam patří Λ hyperon, Σ hyperon, Ξ hyperon a Ω hyperon, obsahující kvark (*s*).

Baryony jsou složeny **ze tří kvarků**, které lze kombinovat – viz obr. baryonový oktet:

- *I*₃ osa vyjadřuje velikost izospinu jednotlivých baryonů; ten může dosahovat hodnot od -1 do 1, nepleťme si si jej však se spinem jednotlivých baryonů – ten může být pouze polocíselný a to 1/2, 3/2, ...;
- *Q* osa vyjadřuje náboj baryonů a na obrázku dosahuje hodnot -1, 0, 1;
- *S* je tzv. osa podivnosti a na obrázku dosahuje hodnot 0, 1, 2. Složení jednotlivých baryonů z kvarků *u*, *d*, *s* je znázorněno v růžových bodech diagramu.



Baryonový oktet

Všechny baryony mají hmotnost **rovnou nebo větší**, než je hmotnost protonu.

$$m_p = 1,6726231 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

Mezony

Mezony mají **nulový** nebo **celočíslný spin**, což je řadí současně mezi bosony. Jsou složeny z kvarku a antikvarku, mají velmi krátkou životnost a barevně jsou to neutrální částice.

Jejich složení je naznačeno na obr. mezonový nonet.

- *Osa I*₃ opět určuje hodnotu izospinu a na obrázku dosahuje hodnot -1, -1/2, 0, 1/2, 1. Výsledný **spin mezonů je buď nulový a nebo celočíselný**. *S* je osa vyjadřující hodnotu „podivnosti“ a je dána vztahem, kde *n* je počet kvarků a antikvarků, čímž se vysvětluje zvláštní fakt, že mezony obsahující antikvark mají *s* = +1.

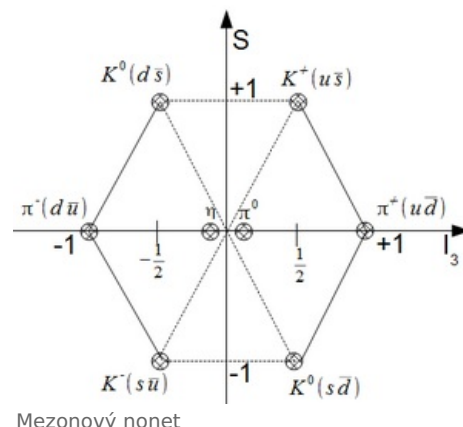
$$S = -(n_s - n_{\text{antis}})$$

- Na obrázku si dále můžeme představit i *osu Q*, která by byla umístěna stejně jako u předchozího obrázku a dosahovala by hodnot $-1, 0, 1$.

Mezony dělíme dle vzájemné orientace spinů:

- skalární mezony – spin kvarku orientován opačně než spin antikvarku, výsledný mezonový spin je nulový $s = 0$;
- vektorové mezony – spin kvarku a antikvarku mají směr shodný, výsledný mezonový spin je $s = 1$.

U mezonů s vyšším výsledným celočíselným spinem se spiny kvarků skládají ještě s orbitálním momentem hybnosti. Na rozdíl od baryonů u mezonů nelze hovořit o antihmotě, antičásticí mezonu jsou totiž částice, v nichž kvark z původního mezonu nahradíme příslušným antikvarkem a původní antikvark příslušným kvarkem, výslednou částicí je tedy znovu mezon.



Historie

V r. 1947 byl v kosmickém záření objeven **mezon π (pion)**. Následně byl na počátku 50. let uskutečněn objev **mezonů K**. V průběhu 50. a 60. let byly na urychlovačích objeveny další hadrony. V 70. letech došlo k objevu dvou nových tříd hadronů, které obsahují další typy kvarků, kvarky (*c* a *b*).

Využití hadronů v medicíně – hadronová terapie

Jedná se o ozařování nádorových struktur, při kterém se využívá **těžkých nabitých částic**, patřících mezi hadrony (protony – patřící mezi nelehčí baryony a mezony π). Na rozdíl od lehkých částic (foton a elektron), které při srážce s jiným elektronem předávají velkou část své energie, nebo zcela změni svůj směr letu, těžké hadrony **předávají při srážkách jen malou část své energie a jejich směr letu se mění jen minimálně**. Hadrony tedy svou energii při průchodu tkání ztrácejí postupně, a proto se nerozptylují a všechny doletí zhruba do stejného místa. Čím rychleji částice letí, tím méně energie při cestě ztrácí. **Směr letu částic lze korigovat pomocí magnetického pole**, a tak se dá velmi přesně určit místo, dopadu hadronů. Nádor je pak velice přesně zničen bez větších zásahů do okolní tkáně.

Ozařování pomocí hadronů je známo již od roku 1954. Zatím ale stále nevyřešeným problémem zůstává urychlovač hadronů, který je nezbytnou avšak velice nákladnou součástí takového zařízení. Navíc je toto ozařování vhodné zhruba pro 5–10 % pacientů s rakovinou. Nádor se u nich nachází hluboko a je dobře lokalizován. Nejčastěji tedy nádory na mozkou, u kterých obzvláště záleží na odstranění nádoru bez sebemenšího poškození okolní zdravé tkáně.

Podrobnější informace naleznete na stránce *Protonová terapie*.

Reference

1. NEZNÁMÝ, Autor. *Dobrodružstvo částic* [online]. [cit. 2013-11-28]. <<http://www.kf.fpv.ukf.sk/ParticleAdventure/slovak/frameless/hadrons.html>>.

Zdroje

- NEZNÁMÝ, Autor. *aldebaran* [online]. [cit. 2013-11-28]. <<https://www.aldebaran.cz/astrofyzika/interakce/particles.html>>.
- WAGNER, Vladimír. *Objective Source E-Learning* [online]. [cit. 2013-11-28]. <<http://www.osel.cz/3485-urychlovace-v-boji-proti-nadurum.html>>.
- NEZNÁMÝ, Autor. *Hadrony, Baryony* [online]. [cit. 2013-11-28]. <<https://cs.wikipedia.org/wiki/Baryon>, <https://cs.wikipedia.org/wiki/Hadron>>.
- RAMEŠ, Jiří. *Hadrony* [online]. [cit. 2013-11-28]. <<http://www-hep2.fzu.cz/adventure/hadrons.html>>.
- HOŘEJŠÍ, Jiří. *Hadrony* [online]. [cit. 2013-11-28]. <<http://www-ucjf.troja.mff.cuni.cz/~horejsi/popular/hadrony.html>>.
- NEZNÁMÝ, Autor. *Dobrodružstvo částic* [online]. [cit. 2013-11-28]. <<http://www.kf.fpv.ukf.sk/ParticleAdventure/slovak/frameless/hadrons.html>>.

Článek ke kontrole



Žádá se kontrola tohoto článku učitelem.

