

Mezony pi0 a eta

Otázka je to vskutku zajímavá, ale také ne vůbec jednoduchá. Když se v padesátých a šedesátých letech fyzikům s částicemi roztrhl pytel, rovnali si je do všelijakých tabulek podle jejich náboje, spinu, ale i dalších vlastností (např. takzvaná podivnost, která je veličinou zachovávající se v silných a elektromagnetických interakcích, ale ne ve slabých). Vycházely jim rozličné geometrické tvary tabulek (šestiúhelníky apod.) a vypadalo to, že něco mnohem hlubšího se skrývá v pozadí. Tím 'něčím' je symetrie. Tak třeba normální rovnostranný trojúhelník vypadá stejně, když jej otočíme o 120 stupňů. Říkáme, že je invariantní vůči nějaké operaci symetrie. Čtverec je zase invariantní vůči rotaci o 90 stupňů. V podobném smyslu se dá říci, že i ony šestiúhelníky částic jsou charakteristické nějakou symetrií (ale složitější než jen nějakou rotací o 60 stupňů:), a dokonce nám mohou prozradit, o jakou symetrii jde. Ukázalo se, že některé částice (hadrony, např. proton, neutron, piony..., ale nikoli elektron, mion či neutrino) si lze představit jako objekty složené ze tří (baryony, p, n...) či dvou (mezony pí, K...) elementárnějších objektů.

Tyto takzvané multiplety hadronů lze vystihnout jako různé projevy téže symetrie základnějších objektů - kvarků. Hluběji jde o symetrii SU(3) a matematicky o teorii grup a jejich reprezentace.

Pi mezon má dva další partnery, říkáme, že piony tvoří triplet (izospinový, nábojový) a lze si je představit jako různé stavy téže částice, jen s odlišným nábojem (odliší je až elektromagnetická interakce, vzhledem k silné se chovají podobně, např. reakce, kdy vznikají, mají velice podobně průběhy a výtěžky).

Pouhý kvarkový obsah však plně nevystihuje danou částici. Tak například proton a částice Delta+ se 'sestavují' oba z kvarků uud, ale proton má spin 1/2 a Delta+ 3/2. Kvarky se prostě uvnitř jinak 'hemží' a celková vlnová funkce je namíchaná i ze spinové, prostorové a barevné části, ne jen z kvarkového obsahu. Delta částice existují ve čtyřech 'nábojových variantách' (náboje -, 0, +, ++), kdežto nukleon pouze ve dvou - neutron, proton).

Eta mezon žádného partnera nemá, což ve fyzikálním jazyce znamená, že má izospin roven nule, a tím se podstatně odlišuje od pi0. Je také hmotnější a může se rozpadat na piony. Protože se izospin v silných interakcích zachovává, ne všechny rozpady jsou povoleny. Tak například eta -> 3pí je silně potlačen (ale může probíhat, např. na tři neutrální piony) a nejčastější způsob rozpadu je eta -> 2fotony. Tímto způsobem se nejčastěji rozpadá i pi0, a částice lze podle hmotnosti odlišit ve spektru fotonů, které pozorujeme v nějaké reakci, kdy např. protony střílíme na nějaký terč.

Jednoduše: i když pi0 a eta 'sedí' v mezonovém oktetu na stejném místě a mají stejný náboj a podivnost, jsou vlastnosti, kterými se liší, např. v jakých nábojových variantách se mohou vyskytovat, a hlavně přesnější tvar vlnové funkce:

$$\begin{aligned} \text{Pi0} &= u \text{ anti-}u - (d \text{ anti-}d) \\ \text{Eta} &= \text{kombinace } (u \text{ anti-}u) + (d \text{ anti-}d) + (s \text{ anti-}s) \\ &\quad \text{a} \quad (u \text{ anti-}u) + (d \text{ anti-}d) - 2(s \text{ anti-}s) \end{aligned}$$

A jde tak o odlišné stavy, což se projevuje jako odlišné částice. S mezony eta a eta' je to totiž ještě složitější, neboť se příslušné stavy mezi sebou mohou míchat. Fyzikální eta a eta' (tj. částice s dobře definovanou hmotou) jsou kombinacemi původních stavů, které sedí uprostřed oktetu (eta8) a jednoho stavu, který leží mimo něj (eta1), byť má stejná kvantová

čísla a kreslí se tam. Tato shodnost kvantových čísel (náboj, podivnost, izospin, paritu...) právě mixing umožňuje, a ten také doopravdy nastává.

Závěrem doufám, že jsem Vám příliš nepomotal hlavu:)

Jiří Kvita
qitek@matfyz.cz

[Zobrazit pro tisk](#)

.-.-.-.

$p + p = p + n + p^{+}$

.-.-.-.-

Poslední mezon objeven

Mezinárodní skupina vědců pracující na srážkovém detektoru (CDF) ve Fermiho laboratoři v USA, ohlásila *počátkem dubna* objev posledního z mezonů předpovězených podle Standardního modelu s označením B_c . Je tvořen tzv. půvabným kvarkem a spodním antikvarkem.

Mezony jsou středně těžké částice podléhající silné interakci, tedy hadrony, s celočíselným spinem, složené z jednoho kvarku a jednoho antikvarku. První mezon - π (pion) byl objeven roku 1947, při pozorování stop částic kosmického záření. Následovaly objevy dalších tzv. podivných mezonů - K^0 a K^+ - v letech 1949 - 1951. V 60. letech vznikla teorie složení hadronů z kvarků (M. Gell-Man a G. Zweig). Původně se předpokládalo že existují tři kvarky a jim odpovídající antikvarky. V roce 1974 byla objevena nezávisle dvěma laboratořemi nová částice pojmenovaná jako J či ψ , později značená kompromisně J/ψ , což vedlo k nutnosti rozšířit počet kvarků o další tři. Byl vytvořen tzv. Standardní model, tedy jakási periodická tabulka částic. Všechny předpovězené mezony tvořené možnými kombinacemi kvarků byly již dříve pozorovány v kosmickém záření nebo při kolizních experimentech. Jen poslední nejlhčí mezon se dlouho nedařilo najít. Až letos poskytl experiment, na kterém pracovalo asi 450 vědců z mnoha zemí, konečně dostatek informací a očekávaný objev byl učiněn. Experimentálně zjištěná doba života nalezeného mezonu však byla jen poloviční oproti teoreticky předpovězené hodnotě - půl biliontiny sekundy. Toto zjištění pomůže upřesnit teoretické modely a dá patrně odpověď na některé dosud nerozřešené otázky.

Observation of B_c Mesons in p-pbar Collisions at sqrt(s)=1.8 TeV

Discovery of the B_c Meson