

OBIČAJNI IN EKSOTIČNI HADRONI

SASA PRELOVŠEK KOMELJ

Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani
Odsek za teoretično fiziko, Institut Jožef Stefan, Ljubljana

PACS: 12.38.Gc, 14.40.Pq, 14.40.Rt

Običajni hadroni so barioni in mezoni. Prvi so sestavljeni iz treh valenčnih kvarkov (qqq), drugi pa iz valenčnega kvarka in antikvarka ($q\bar{q}$). V zadnjem desetletju so eksperimentalno prvič opazili zanimiva stanja, ki bi lahko ustrezala eksotičnim tetrakvarkom ($\bar{q}q\bar{q}q$) in pentakvarkom ($qqqq\bar{q}$). Posvetili se bomo vprašanju, kaj vemo danes o običajnih in eksotičnih hadronih na podlagi fundamentalne teorije – kromodinamike. To vprašanje ni preprosto, ker močna sila v hadronih ne dovoljuje perturbativnega teoretičnega pristopa.

CONVENTIONAL AND EXOTIC HADRONS

Conventional hadrons are baryons (qqq) and mesons ($q\bar{q}$). Experiments have recently found candidates for exotic tetraquarks ($\bar{q}q\bar{q}q$) and pentaquarks ($qqqq\bar{q}$). This article sheds light on what is known about the conventional and the exotic hadrons based on the fundamental theory of strong interactions – Quantum Chromodynamics (QCD). This is not a simple problem, since the strong force in hadrons does not allow the perturbative theoretical treatment.

Uvod

Hadroni so sestavljeni iz kvarkov, za slednje pa danes velja, da so osnovni nedeljivi delci. Običajna narava je sestavljena iz kvarkov u in d , saj obstajata tako v protonu (uud) kot v nevtronu (ddu). Drugi štirje kvarki s , c , b , t so težji in živijo le kratek čas, potem ko jih ustvarijo pri različnih eksperimentih.

Kvarke v hadrone veže močna sila, ki je ena od štirih osnovnih sil. Močna sila veže tudi protone in nevtrone v jedra, kjer prevlada nad odbojno električno silo med pozitivno nabitimi protoni. Na razdaljah, ki so večje od velikosti jeder, je vpliv močne sile zanemarljiv. Prenašalci močne sile so brezmasni gluoni, podobno kot so prenašalci elektromagnetne sile brezmasni fotoni. Osnovna teorija močne interakcije med kvarki in gluoni se imenuje kvantna kromodinamika.

Skušali bomo odgovoriti na več vprašanj. Vprašali se bomo, ali sta masi protona in nevtrona le merljivi količini, ali ju lahko izračunamo v kromodinamiki? Predstavljata namreč več kot 99 % mase vidnega vesolja. Prispevek mirovnih mas treh valenčnih kvarkov k masi protona in nevtrona je manjši