

Тетракварк?!

Христо Попођ

За да стане ясно къде е мястото в съвременната физична картина на света на обектите, за които ще стане дума по-долу, ще използваме таксономията на биолозите за класифициране на организмите. В низходящ ред първите няколко таксона на тази класификационна схема са както следва: *империя, царство, отдел, клас* и т.н. В рамките на тази аналогия можем условно да кажем, че материята във Вселената е разпределена в **три империи**: на **фундаменталните частици**, на **тъмното вещество** и на **тъмната енергия**.

За тъмното вещество и тъмната енергия не знаем почти нищо извън факта, че те съставят над 95 % от материята във Вселената. Не знаем дори дали наистина следва да ги класифицираме като империи. За тяхното съществуване съдим по някои явления, които не можем да обясним по друг начин. (Такова явление например е откритото преди десетина години **ускорено** разширяване на Вселената, което отдаваме на съществуването на тъмна енергия.)

Империята на фундаменталните частици е онази, чиито представители изграждат изучавания с нашите сетивни органи и с експерименталните апаратури свят. Споменатият по-горе Стандартен модел

През юни 2013 г. списание Nature съобщи, че е потвърдено съществуването на частици, съставени от четири кварка, **тетракварки**.

С цел да улесним и неспециалистите при оценяване значението на този факт, първо ще направим кратка „пешеходна разходка“ из т.нар. Стандартен модел – физичния модел, който обобщава днешните представи за фундаменталните частици, за „елементарните тухлички“, изграждащи заобикалящия ни свят.

представлява теорията, с която физиците описват класификацията, свойствата и взаимодействията на представителите на тази империя. *Фундаментални* наричаме онези частици, чиято вътрешна структура (ако имат такава) е неизвестна: смятаме ги безструктурни, точкови обекти и всичко, което знаем за тях, се свежда до набор от няколко опитно определени характеристики (например маса,

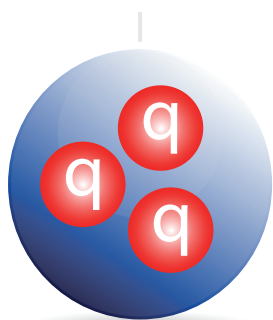
спин, електричен заряд и др.). Тези характеристики определят способността на частиците да участват в познатите четири вида фундаментални взаимодействия: силно, електромагнитно, слабо и гравитационно.

В империята на фундаменталните частици съществуват две **царства**: **царство на фермионите** и **царство на бозоните** – техните представители се различават по това, че спинът на първите се изразява с полуцяло число, а на вторите – с цяло число. Всъщност именно фермионите изграждат веществата, а бозоните служат само за осъществяване на връзките между фермионите. Към бозоните принадлежат например фотоните, гравитоните и още няколко частици, които, на езика на физиката, играят роля на носители на споменатите

четири фундаментални взаимодействия. Царството на бозоните не е предмет на обсъждане по-долу.

Царството на фермионите съдържа два **отдела: кварки и лептони**. Принципната разлика между тях е една: лептоните не участват в силното взаимодействие. И доколкото по-нататък за лептони също няма да става дума, ще припомним само, че най-известен представител на този отдел е познатият на всички *електрон* (както и неговата античастица – *позитронът*).

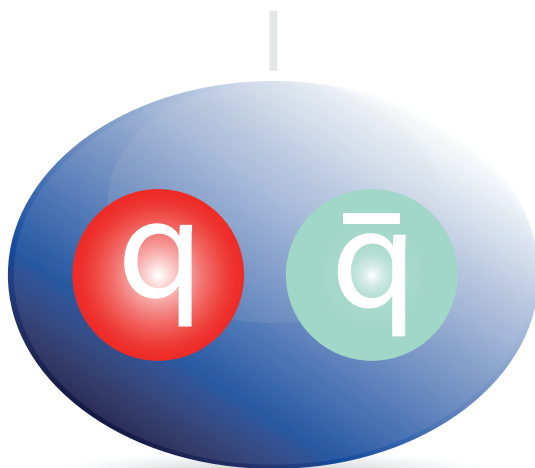
Разбира се, както кварките, така и лептоните са обект на по-детайлни класификации, но за нашите цели не е необходимо да навлизаме в техните подробности. Достатъчно е да споменем, че способността на кварките да участват в силното взаимодействие се определя от една характеристика, която по традиция се нарича заряд. За разлика от електричния заряд, който е отговорен за електромагнитното взаимодействие и който бива само два вида (положителен или отрицателен), въпросните заряди на кварките са три вида. Поради факта, че техните свойства удивително напоянят свойствата на цветовете, условно физиците говорят за *цветът на кварките*. Прието е тези „цветове“ да се наричат *червен, син и зелен* – като използваните в телевизията основни цветове. Както от комбинацията на тези три цвята върху телевизионния екран може да получим бял образ, така от комбинацията на три различноцветни кварка получаваме безцветен *барион* (например протон, неутрон и др.).



От комбинацията на три различноцветни кварка получаваме безцветен барион (например протон, неутрон и др.). На фигурите не са показани цветовете на кварките. За простота всички кварки са изобразени с червени кръгчета, а антикварките – със синьо-зелени



Проф. Христо Попов е дългогодишен преподавател във Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“, член на Катедрата по теоретична физика и ръководител на Катедрата по методика на обучението по физика, главен редактор на списание „Физика“.



По същия начин от комбинация на кварк и антикварк се получава безцветен мезон (например π -мезон)

От комбинация на кварк и антикварк пък се получава безцветен *мезон* (например π -мезон). (Антикваркът е носител на допълнителния цвят на съответния кварк – ако кваркът е червен, цветът на антикварка му е циан, т.е. синьо-зелен. По този

начин комбинацията кварк – антикварк отново е безцветна.) Очевидна е аналогията с електричните сили: както атомите са електронеутрални, защото в тях отрицателните заряди от електронната обвивка се компенсират с положителните заряди на ядрата, така и адроните са безцветни, т.е. в тях се компенсират цветните им заряди. По-нататък: както електронеутралността на два водородни атома не е пречка те да се свържат във водородна молекула чрез сили, които по своя произход са електрични, така и два безцветни адрона могат да се свържат със сили, дължащи произхода си на силното взаимодействие (пример: ядрото на хелия, състоящо се от свързани два протона и два неутрона).

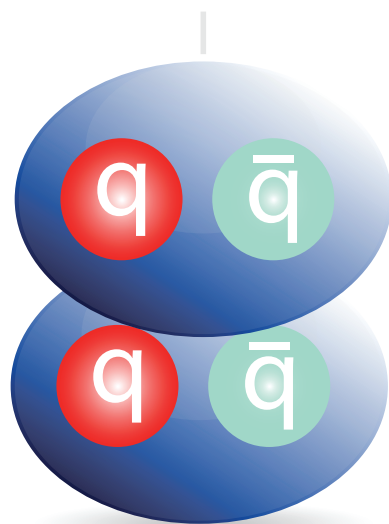
Така стигаме до основното експериментално правило в света на *адроните* (каквото е общото название на барионите и мезоните): **в природата наблюдаваме само адрони, които са безцветни комбинации от два или три кварка**. Не питайте физиците **защо** това е така – ще ги поставите в положението на героя на Хайтов, който продавал нейде из Родопите „офицерска?“, отговарял просто: „Такава я карат!“.

В края на „разхожката“ ще припомним и как се изследват елементарните частици: строим огромни скъпи съоръжения – колайдери, в които частиците се ускоряват до скорости, близки до скоростта на светлината, осъществяваме удари между тях и наблюдаваме получените резултати – обикновено огромен брой нови частици. От броя, вида, енергиите и т.н. на родените при удара частици извличаме информация за свойствата на удрящите се частици.

Сега вече можем да се върнем към откритието, споменато в началото. В средата на юни два колектива, единият работещ в Цукуба, Япония, другият – в Пекин, публикуват в списание *Physical Review Letters* резултати от експерименти, според които са наблюдавани частици, съставени от четири кварка – тетракварки. Раждането на такива частици е резултат от удари между електрони и техните античастици – позитроните. Енергиите, при които

се осъществяват тези удари, са примерно хиляда пъти по-малки от онези, които се достигат с големия адронен колайдер (LHC) в ЦЕРН, Женева, но са все пак достатъчно големи, за да уподобят условията в ранната Вселена след Големия взрив. Съществено е, че честотата на тези удари е два пъти по-голяма от честотата на осъществяваните с LHC и че при тях се раждат множество краткоживеещи частици, каквито днес във Вселената не се наблюдават.

Засега новите частици нямат специално име и се означават като $Z_c(3900)$. Колективът, работещ в Цукуба, съобщава за едва 159 случая на наблюдавани такива частици, а работещите в Пекин – за 307. Трябва да се отбележи, че съобщения за наблюдавани тетракварки се появиха още през 2008 г. и през 2011 г., но тогава те не бяха потвърдени от експерименти на други колайдери. Въпреки че в сравнение с общия брой удари приведените две числа са нищожно малки, учените са уверени, че вероятността да грешат е под едно на 3,5 милиона. При такава малка грешка физиците смятат факта за установен.



Два мезона се свързват помежду си и образуват нещо като „мезонна молекула“, така както два свързани водородни атома образуват молекулата на водорода



Няма спор по въпроса дали броят на кварките в $Z_c(3900)$ е четири. По отношение на това обаче как са групирани кварките, физиците нямат единно мнение. Едни смятат, че всъщност кварките са свързани два по два в мезони (по-точно – налице са два мезона, всеки от които съдържа кварк и антикварк), а тези два мезона се свързват помежду си и образуват нещо като „мезонна молекула“, така както два свързани водородни атома образуват молекулата на водорода.

Други физици смятат, че $Z_c(3900)$ е истински тетракварк, т.е. частица, съставена от четири тясно свързани помежду си кварка. По-точно, двата кварка са свързани помежду си така, както са свързани и двата антикварка. Подобно съвояване не се среща в досега известните частици. Привържениците на това схващане се основават на факта, че ако четирите кварка образуваха „мезонна молекула“, тя лесно би се разпаднала на два мезона, а данните не потвърждават наличието на подобни разпадания. Данните обаче са си данни, те винаги съдържат определена експериментална грешка, като в случая тя е твърде голяма, за да може да се каже коя от двете теории е вярна.

Дилемата може да получи своето решение или чрез по-нататъшна обработка на

Някои физици смятат, че $Z_c(3900)$ е истински тетракварк, т.е. частица, съставена от четири тясно свързани помежду си кварка

натрупаните данни, или след 2015 г., когато ще завърши усъвършенстването на гетектора в Цукуба.

И така, да сумираме. *Тетракварк* е може би малко подвеждащо название. Един неспециалист, който е чувал, че според Стандартния модел броят на кварките е шест (горен, долен, чаровен и т.н.), може да помисли, че става дума за откриване на седми кварк. Не, тетракваркът не е нов кварк, той е адрон, който в съответствие с правилата на модела е безцветна частица. Той обаче излиза извън рамките на модела с това, че се състои не от два, не от три, а от четири кварка. Затова в заглавието е поставен удивителен знак. А въпросителният знак е заради все още съществуващите съмнения в съществуването му. ■

ЛЮБОПИТНО

Нови данни за предците на съвременните коне

Доскоро в науката бе прието, че предците на съвременните коне – магаретата и зебрите, са се появили на нашата планета преди около 2 милиона години. Нови открития обаче доказват, че те са почти два пъти по-стари и са се появили още преди около 4 милиона години. Тази корекция във възрастта на конете и техните предци стана възможна благодарение на откритието през 2003 г. на една добре запазена конска кост под вечните ледове на Юкон в Канада и използването на съвременни молекулярно-биологични методи за разшифроване на генома на нейния „собственик“. Заслугата е на учени от Копенхагенския университет, които след многогодишни изследвания са успели да изолират фрагменти от генната верига на гревния конски предшественик, да ги сравнят с генома на магарета

и на примитивния кон на Пржевалски, който е пряк предшественик на съвременните коне, както и на 5 различни породи съвременни коне. Извършеното изследване се смята за рекордно по отношение на възрастта на намерената древна кост, защото досега се приемаше, че най-възрастната находка с разшифрован геном е на около 110 000 години и принадлежи на изкопаеми остатъци от бяла мечка, открити също в Арктика. Основната трудност при разшифроването на генома на гревната находка е била да се отдели със сигурност конската ДНК от тази на бактериите, които са намерени върху костта и неизвестно колко дълго са съжителствали с нея, но авторите са се справили успешно и с това препятствие.

По „Nature“ и „Наука и живот“