



Съобщение за пресата

8 октомври, 2013 г.

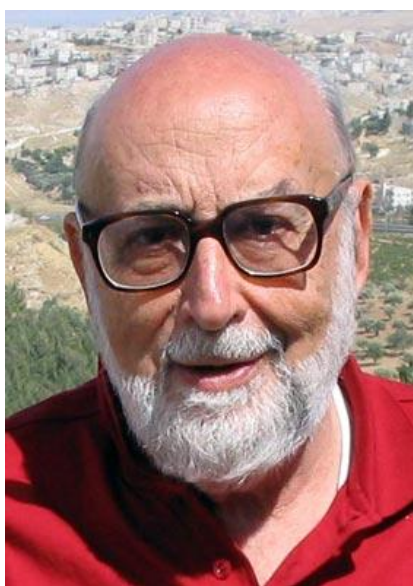
Кралската шведска академия на науките реши да присъди Нобеловата награда по физика за 2013 година на

Франсоа Енглерт от Свободния университет на Брюксел, Белгия

и

Питър Хигс от Университета на Единбург, Великобритания

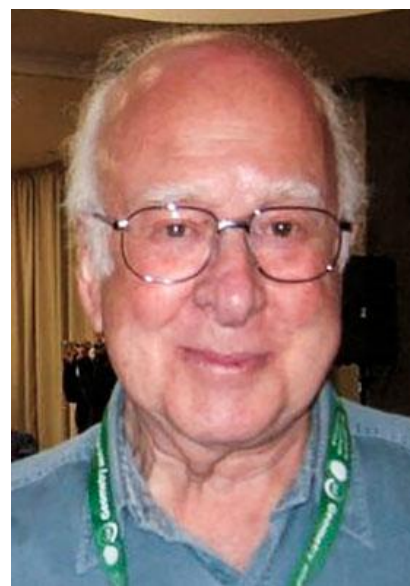
„за теоретичното откритие на механизъм за възникване на масата на субатомните частици, който механизъм наскоро бе потвърден чрез откриването на предсказаната фундаментална частица с детекторите ATLAS и CMS в експериментите на Големия адронен колайдер в ЦЕРН.“



Франсоа Енглерт

Гражданин на Белгия. Роден през 1932 г. в Етербек, Белгия. Получава степен Ph.D. през 1959 г. в Свободния университет на Брюксел. Пенсиониран професор от същия университет.

www.ulb.ac.be/sciences/physst/people_FEnglert.html



Питър Хигс

Британски гражданин. Роден през 1929 г. в Нюкасъл, Великобритания. Получава степен Ph.D. през 1954 г. в Кингс колидж към Университета в Лондон. Пенсиониран професор от Университета в Единбург.

www.ph.ed.ac.uk/higgs/

Ето, най-сетне!¹

Франсоа Енглерт и Питър Хигс споделят Нобеловата награда по физика за 2013 г. за теорията, която обяснява как частиците придобиват маса. Те предложиха тази теория през 1964 г. независимо един от друг (Енглерт в сътрудничество с починалия свой колега Роберт Брут). През 2012 г. техните идеи бяха потвърдени от откритието на т. нар. Хигс-частица в лабораторията на ЦЕРН около Женева в Швейцария.

Наградената теория е централна част от Стандартния модел във физиката на частиците, който модел описва конструкцията на света. Според него всичко – от цветята и хората до звездите и планетите – се състои от само малко на брой видове градивни частици: частиците на веществото. Поведението на тези частици се управлява от сили, породени от четири фундаментални взаимодействия. Тези сили се пренасят от по-особени, силови частици, които осигуряват правилното функциониране на всичко.

Целият Стандартен модел почива също така върху съществуването на един специален вид частица: частицата на Хигс. Тази частица се поражда от невидимо поле, което изпълва цялото пространство. Дори когато Вселената изглежда празна, това поле съществува в нея. Ако него го нямаше, електроните и кварките биха били безмасови частици – точно като фотоните, частиците на светлината. И подобно на фотоните, точно както предсказва теорията на Айнщайн, те биха пронизвали стремително пространството със скоростта на светлината, без да имат каквато и да е възможност да се свържат в атоми или молекули. Нищо от това, което познаваме, дори и самите ние, не би могло да съществува.

И двамата – и Франсоа Енглерт, и Питър Хигс бяха млади учени, когато през 1964 г., независимо един от друг предложиха теория, която спасява Стандартния модел от провал. Почти половин век по-късно, в сряда на 4 юли 2012 г., и двамата присъстваха в европейската лаборатория по физика на частиците, ЦЕРН, край Женева в Швейцария на пресконференцията, на която бе огласено на света откриването на частицата на Хигс, като така окончателно бе потвърдена теорията им.



Франсоа Енглерт и Питър Хигс се срещат за пръв път в ЦЕРН, когато на 4 юли, 2012 г. бе съобщено за откриването на частицата на Хигс.

Photo: CERN, <http://cds.cern.ch/record/1459503>

¹ Официален материал на Нобеловия комитет, предназначен за широката публика. (Бел. прев.)

Моделът, който създаде порядък

Идеята, че светът може да бъде обяснен с наличието на само малък брой видове градивни частици, е стара. Още 400 г. пр. Хр. философът Демокрит постулира, че всичко се състои от атоми – атом на гръцки означава неделим. Днес ние знаем, че атомите не са неделими. Те са изградени от електрони, които обикалят около атомното ядро, състоящо се от протони и неутрони. Протоните и неутроните от своя страна са изградени от още по-малки частици, наречени кварки. Всъщност, според Стандартния модел, само електроните и кварките са неделими.

Атомното ядро се състои от два вида кварки – up-кварки и down-кварки. Така фактически за съществуването на всички вещества са достатъчни само три елементарни частици: електрони, up-кварки и down-кварки. През 50-те и 60-те години на миналия век обаче неочаквано, както в космическите лъчи, така и с помощта на новопостроените ускорители бяха открити голям брой нови частици, така че Стандартният модел трябваше да обхване и тези нови родственици на електроните и кварките.

Както бе отбелязано по-горе, наред с частиците на веществото съществуват и силови частици, по една за всяко от четирите фундаментални природни взаимодействия – гравитационното, електромагнитното, слабото и силното. Гравитацията и електромагнетизмът са познати най-добре, те привличат или отблъскват и ние можем да видим техните ефекти със собствените си очи. Силното взаимодействие удържа кварките в протоните и неутроните, докато слабото е отговорно за радиоактивното разпадане, благодарение на което, например протичат ядрените процеси във вътрешността на Слънцето.

Стандартният модел във физиката на частиците обединява градивните „тухлички“ на природата и три от четирите познати ни взаимодействия (четвъртото, гравитационното, не е включено в модела). Дълго време начинът на действие на породените от тези взаимодействия сили бе истинска загадка. Например, по какъв начин металният къс, който се привлича от един магнит, „разбира“, че магнитът лежи наоколо, малко встрани от него? И по какъв начин Луната чувства гравитационното привличане от страна на Земята?

Пространството е изпълнено с невидими полета

Предложеното от физиката обяснение е, че пространството е изпълнено с множество невидими полета. Гравитационното поле, електромагнитното поле, полето на кварките и всички други полета изпълват пространството или, по-точно, четириизмерното пространство-време – едно абстрактно пространство, в което действа теорията. Стандартният модел представлява квантова теория на полето, в която полетата и частиците са основните градивни елементи на Вселената.

В квантовата физика на всичко се гледа като на съвкупност от трептения в квантовите полета. Тези трептения се пренасят през полето във вид на малки пакети, кванти, които ние възприемаме като частици. Съществуват два вида полета: веществени полета с веществени частици, и силови полета със силови частици – посредниците, с чиято помощ се осъществява действието на силите. Частицата на Хигс също представлява трептене в нейното поле, което често се нарича поле на Хигс.

Без това поле Стандартният модел би се разпаднал подобно на къщичка от карти, тъй като квантовата теория на полето води до безкрайности, които трябва да се отстраняват, и до симетрии, които не се наблюдават. Това бе положението до момента, в който Франсоа Енглерт с Роберт Брот, и Питър Хигс, както и по-късно някои други учени показаха, че полето на Хигс може да наруши симетрията на Стандартния модел без да унищожи теорията, възприета от модела.

Това е така, защото Стандартният модел би могъл да работи само в случай, че частиците нямат маса. Що се отнася до електромагнитното взаимодействие, с него няма проблем: неговите посредници, фотоните, наистина са безмасови. Слабото взаимодействие обаче се осъществява посредством три масивни частици: две носещи електричен заряд W -частици и една електронеутрална Z -частица. Те не си пасват добре с безмасовия фотон. Как би могла да се осъществи електрослабото взаимодействие, което обединява електромагнитното и слабото? Стандартният модел бе заплашен. И тук на сцената се появиха Енглерт, Брот и Хигс с остроумния механизъм, с помощта на който частиците придобиват маса, за да се спаси Стандартният модел.

Подобното на привидение поле на Хигс

Полето на Хигс не прилича на другите полета във физиката. Всички останали полета имат променлива интензивност и стават нула при най-ниското си енергетично ниво. Не обаче и полето на Хигс. Дори да изпразним пространството напълно, то все още ще бъде изпълнено от едно подобно на привидение поле, което отказва да изчезне: полето на Хигс. Него ние не забелязваме, полето на Хигс за нас е като въздуха, като водата – за рибите. Без него обаче ние не бихме съществували, тъй като частиците придобиват маса само при контакт с полето на Хигс. Частици, които не взаимодействат с полето на Хигс, нямат маса, онези, които взаимодействат слабо – остават леки, а които взаимодействат интензивно, стават тежки. Електроните например, които получават масата си от полето, играят решаваща роля за изграждането и стабилността на атомите и молекулите. Ако полето на Хигс внезапно изчезнеше, всичкото вещество би колапсирало, тъй като внезапно загубилите масата си електрони ще изчезнат със скоростта на светлината.

И така, какво прави полето на Хигс толкова специално? То нарушава вътрешната симетрия на света. Природата изобилства със симетрии; лицата ни са оформени правилно, цветовете и снежинките притежават различни видове геометрични симетрии. Физиката разкрива и други типове симетрии, които описват нашия свят, макар и на едно по-дълбоко равнище. Една подобна, сравнително проста симетрия гарантира, че резултатите от един лабораторен опит не зависят от това, дали той е

извършен в Стокхолм, или в Париж. Нито пък има значение по кое време е направен опитът. Айнщайновата теория на относителността има работа със симетрии в пространството и времето и се е превърнала в модел за много други теории, включително и за Стандартния модел във физиката на частиците. Уравненията на Стандартния модел са симетрични. Така, както една топка изглежда еднакво независимо от ъгъла, под който я гледате, така и уравненията на Стандартния модел не се променят при определени преобразования.

Принципите на симетрията водят също така до други, до известна степен неочаквани резултати. Още през 1918 г. германската математичка Еми Нютер показва, че законите за запазване във физиката, като например законът за запазване на енергията и законът за запазване на електричния заряд, също са резултат от определени симетрии. Симетрията обаче изисква да бъдат спазени определени условия. Топката трябва да бъде идеално сферична; и най-малката гърбица би нарушила симетрията. За уравненията са в сила други критерии. Една от симетриите на Стандартния модел забранява на частиците да притежават маса. Очевидно обаче това не е случаят с нашия свят, така че е необходимо частиците да получат отнякъде маса. Именно тук е мястото на току-що наградения механизъм, който едновременно и осигурява съществуването на симетрията, и я прави невидима.

Симетрията е скрита, но все още е налице

Нашата Вселена вероятно е родена симетрична. По времето на Големия взрив всички частици са били безмасови, а всички сили са били обединени в една единствена първична сила. Този начален порядък вече не съществува – тази симетрия е скрита за нас. Нещо се е случило само 10^{-11} s след момента на Големия взрив. Полето на Хигс е загубило началното си равновесие. Как се е случило това? В началото всичко започва симетрично. Такова състояние може да се опише чрез поведението на топка, поставена в средата на съд с полусферично дъно, в нейното най-ниско енергетично ниво. Ако придадем на топката малък тласък, тя започва да обикаля около равновесното положение и след малко отново се връща в него, в най-ниската точка.

Ако обаче в центъра на съда се появи гърбица, положението в средата ще продължи да бъде симетрично, но вече не и стабилно. Топката може да се търкулне по склона в коя да е посока. Съдът е все още симетричен, но щом топката се търкулне надолу, нейното положение встрани от центъра скрива симетрията. По подобен начин и полето на Хигс е нарушило симетрията и е намерило стабилно енергетично ниво във вакуума встрани от симетричното нулево положение. Това спонтанно нарушение на симетрията представлява фазов преход на полето на Хигс; то е подобно на замръзването на водата и образуването на леда.

За да се осъществи фазовият преход са били необходими четири частици, но само една, частицата на Хигс оцелява. Другите три са погълнати от посредниците на слабото взаимодействие – от двете електрически заредени W-частици и от Z-частицата, които по такъв начин получават своите маси. По този начин в Стандартния модел се спасява симетрията на електрослабото взаимодействие – симетрията между трите

тежки частици на слабото взаимодействие от една страна, и безмасовия фотон на електромагнитното взаимодействие, от друга, остава, но само че в скрит вид.

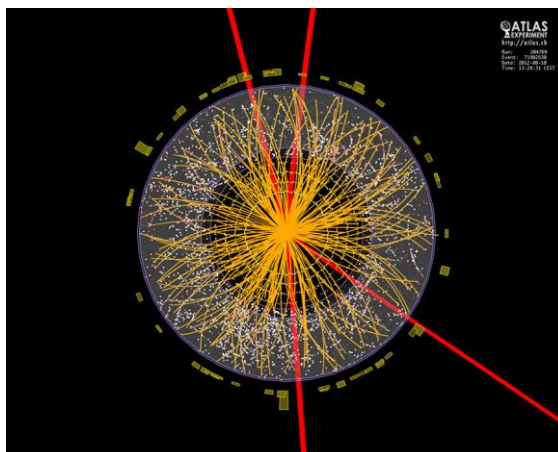
Екстремни машини за екстремна физика

Вероятно Нобеловите лауреати не са си представяли, че ще доживеят да видят потвърждението на своята теория. За него бяха необходими невероятните усилия на физици от целия свят. Дълго време две лаборатории – Лабораторията „Ферми” в Чикаго, САЩ, и ЦЕРН на френско-швейцарската граница, се състезаваха в опитите да открият частицата на Хигс. А когато ускорителят Теватрон във Фермилаб преди няколко години бе спрял, ЦЕРН остана единственото на света място, където търсенето на частицата на Хигс можеше да продължи.

ЦЕРН бе създаден през 1954 г. като опит да се преустроят европейските изследвания, както и отношенията между европейските страни след Втората световна война. Днес в него членуват двадесет държави и около сто нации от целия свят сътрудничат при изпълнение на неговите проекти.

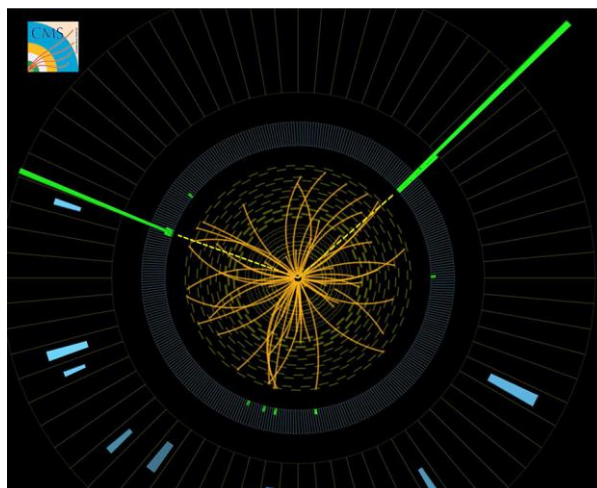
Най-голямото съоръжение в ЦЕРН, ускорителят LHC (Large Hadron Collider – Голям адронен колайдер) вероятно е най-голямото и най-сложното съоръжение, конструирано някога от хората. С два огромни детектори – ATLAS и CMS, две групи изследователи с общо 3000 учени изучават частиците, получавани в резултат на ударите между протони. Детекторите се намират на 100 m под земята и могат да осъществят наблюдение върху над 40 милиона удари в секунда. Такава е честотата на ударите между частиците, които се инжектират в противоположни посоки в кръговия тунел на LHC, чиято обиколка е 27 km.

Протоните се инжектират в LHC всеки 10 часа, по един сноп във всяка от двете посоки. Стотици хиляди милиарди протони се събират в един ултратънък сноп, което е една нетривиална задача, тъй като със своите положителни електрични заряди те се отблъскват един друг. Протоните се движат със скорост, представляваща 99,99999 % от скоростта на светлината, и се удрят с енергия от приблизително 4 TeV всеки, което за протоните от двата снопа прави общо 8 TeV (един тераелектронволт = хиляда милиарда електронволта). Сам по себе си 1 TeV може и да не е много голяма енергия – тя се равнява горе-долу на енергията на леляк комар, но когато тази енергия е съсредоточена в един-единствен протон, и вие имате 500 трилиона такива протони, носещи се в ускорителя, енергията на снопа става равна на енергията на влак, който се носи с голяма скорост. През 2015 г. енергията в LHC ще бъде почти удвоена.



Едно възможно откритие с детектора ATLAS показва следите от четири мюона (червени), родени при разпадането на краткоживееща частица на Хигс.

Image: CERN, <http://cds.cern.ch/record/1459496>



Една частица на Хигс може да се роди и почти веднага да се разпадне на два фотона. Техните следи (зелено) са видими в детектора CMS.

Image: CERN, <http://cds.cern.ch/record/1459459>

Загадка в загадката

Понякога експериментите с частици се сравняват с разбиването на два швейцарски часовника един в друг с цел да се установи каква е конструкцията им. Всъщност обаче нещата са много по-трудни, защото учените търсят нещо съвсем ново, което се ражда от енергията, освободена при ударите. Според добре известната формула на Айнщайн $E = mc^2$ масата и енергията са еквивалентни. И магията на уравнението се състои в това, че то дава възможност дори безмасовите частици да раждат нещо ново при ударите си. Така например, когато се сблъскат два фотона, те могат да родят електрон и неговата античастица, позитрона; когато се сблъскат два глюона, ако енергиите им са достатъчно големи, при удара може да се роди частица на Хигс.

Протоните приличат на малки пакетчета, пълни с частици – кварки, антикварки и глюони. При ударите голямата част от тях минават една през друга почти свободно, но интересните събития настъпват при изключително редките фронтални удари, защото при всеки подобен удар се раждат около хиляда частици. Оказа се, че със своите 125 GeV частицата на Хигс е стотици пъти по-тежка от протона и именно това причинява трудностите за създаването ѝ.

Експериментът обаче е далече от завършване. Учените в ЦЕРН се надяват в предстоящите години да направят нови фундаментални открития. Въпреки че откриването на частицата на Хигс – липсващото парче от пъзела на Стандартния модел – е едно велико откритие, самият Стандартен модел не е последното късче в космическия пъзел.



Дори ако частицата на Хигс придава завършен вид на Стандартния модел, самият Стандартен модел не е последното късче от по-големия космически пъзел.

Една от причините за това е, че Стандартният модел разглежда неутриното като безмасова частица, докато последните изследвания показват, че то всъщност има маса. Друга причина е, че моделът описва само видимата материя, която обаче е само малка част от цялата материя във Вселената. Останалото е тъмна материя от неизвестен вид. Ние не възприемаме тъмната материя непосредствено, но за нея съдим по гравитационното привличане, което държи галактиките заедно и ги предпазва да не се разлетят далече една от друга.

Във всяко друго отношение тъмната материя избягва да взаимодейства с видимата материя. Частицата на Хигс обаче е специална. Може би тя би могла да осъществи контакт с тази загадъчна тъмна материя. Учените се надяват, че следващите десетилетия, продължавайки да търсят неизвестни частици с ЛНС, ще успеят да хвърлят макар и бегъл поглед върху тази следваща загадка.

Превод: Хр. Попов