

Физика на елементарните частици

СВЕТЪТ, ПОГЛЕДНАТ ОТ НЕПОЗНАТ ЪГЪЛ

Силвио Стойков | АЕГ "Гео Милев"-гр.Русе | 31.03.2019

СЪДЪРЖАНИЕ

Въведение

История на частиците

Квантова теория

Кварки и лептони

Фермиони-първо поколение

Фермиони-второ поколение

Частичката Хиггс

Въведение

Може би не съществува човек на планетата, който да не си е запитвал сам на себе си вечния въпрос: “От какво е изградена Вселената? Как е започнало всичко? А какво е имало преди да е имало всичко? Може би нищо?”. В повечето случаи, след тази поредица от въпроси, отговорите остават все още една утопия, неразкрита мистерия. Но тук се намесват физиците, изучаващи елементарните частици.

ИСТОРИЯ НА ЧАСТИЦИТЕ

Роденият на 6 септември 1766г. в Игълсфийлд, Великобритания физик и химик-Джон Далтън, се счита за баща на така наречената “Теория на атома” или “Атомна теория”. През 1805 Далтън публикува доклад, който включва следните основни точки на атомната теория:

-Всички елементи са създадени от изключително малки частици, наречени атоми.

-Атомите на един елемент са с еднаква дължина, маса и с еднакви цялостни характеристики.

-Атомите на различните елементи се различават по маса, дължина и по останалите си характеристики.

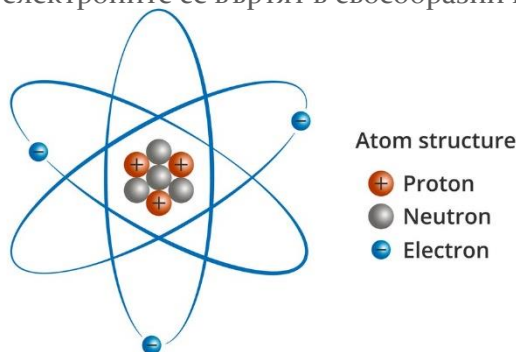
-Атомите на могат да бъдат подразделени.

-Атомите на различните елементи се комбинират в прости целочислени отношения, за да формират химични съединения.

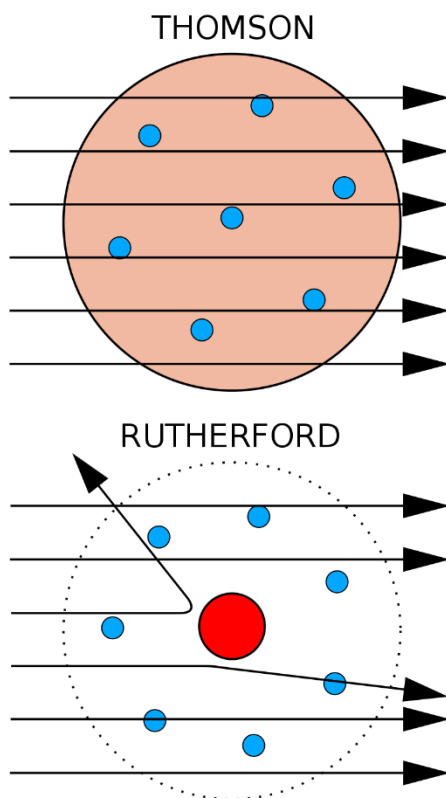
-По време на химични реакции, атомите биват съединявани, разделяни и пренареждани.

През 1897, изучавайки отклонението на катодните лъчи, физикът Дж. Дж. Томпсън открива прави експерименталното откритие на електрона, за чието съществуване е свидетелствал още през 1894г. физикът Джордж Джонстън Стоуни, който става и кръстник на електрона (думата “електрон” идва от гръцката дума за кехлибар, който при наелектризиране привлича малки предмети).

Томпсън бил убеден, че заредените отрицателно, с малка маса, електрони са разпределени из целия атом. Според учена, негативният заряд на тези частици бил балансиран от съществуването на еднородно море от позитивен заряд. Той дори е имал хипотеза, че електроните се въртят в своеобразни пръстени.



През 1909 г. физикът Ърнест Ръдърфорд и неговите сътрудници облъчват лист златно фолио с алфа лъчи, които по това време са смятани, че са положително заредени хелиеви атоми. Те открили, че малък процент от тези частици са били отклонени на много по-големи ъгли от предвиденото. Ръдърфорд интерпретира резултатите от експеримента, чрез становището, че положителният заряд на златния атом и по-голямата част от масата му е концентрирана в ядро в центъра на атома.

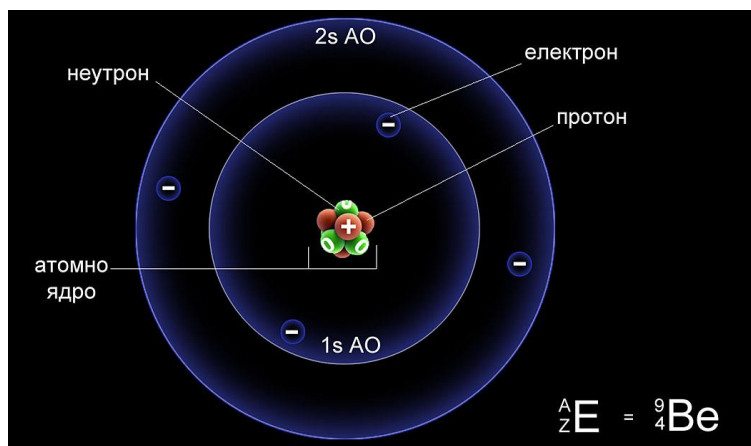


Електронът трябва да абсорбира или отделя специфични количества енергия за преход между тези фиксирани орбити. През същата година Ърнест Ръдърфорд и Антониус Ван ден Брук представят модел, който предполага, че всеки атом съдържа определен брой положителни ядрени заряди в ядрото си, което е равно на атомния му номер в периодичната таблица.

КВАНТОВА ТЕОРИЯ

През 1924г. Луи де Брогил излага своята теория, че частиците се държат като вълни. През 1926г., Ървин Шрьодингер използва тази идея като трамплин, за да я доразработи и да създаде математически модел на атома, в който да описва електрона като триизмерни вълни, а не като точкови частици. Точно с тази идея бележим началото на така наречената Квантова Теория.

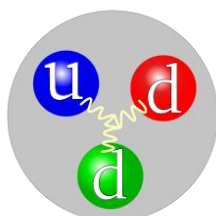
През 1932г. известният физик Джеймс Чадуик открива неутрално заредена частица, която има маса подобна тази на протона. Тази частица е неутрона. За това свое откритие Чадуик е награден с Нобелова награда в областта на физиката.



През 1938г. немският физик, химик и един от основоположниците на радиационната химия – Ото Хан, водейки радиационни експерименти, насочва неутрони към уранови атоми, което довело до нещо историческо – за пръв път се получила реакция, при която атомът се разделя.

КВАРКИ И ЛЕПТОНИ

50-те години на ХХ век били белязани с изключително бърз темп на усъвършенстване на технологиите. Учените вече разполагали с подобрени ускорители на частици и детектори, които им позволявали да извършват лабораторно предизвикани сблъсъци на атоми, движещи се с много високи енергии. Така се стигнало до 1958г., когато в Станфордския линеен ускорител се направило изключителното откритие, че неутроните и протоните съдържат в себе си основни частици, които ги изграждат. Учените ги нарекли **кварки**.



В днешно време, протоните и неутроните попадат в семейството на частици, наречени **адрони**, които са частици, изградени от кварки. Адроните са съставени от тези кварки и образуват две други семейства:

Барионите са стабилни и са съставени от три кварка и един анти-кварк. Бариони са неутроните и протоните. Електроните, от своя страна, са член на другия вид семейство – това на **лептоните**.

50-те и 60-те години на XX век се характеризират с умопомрачителен бум в откритието на частици. Нови и нови частици били откривани буквално всеки месец. През 70-те години за учените станало ясно, че повечето от тези новооткрити частици, са всъщност комбинации от малко по бройка основни частици. Всички тези проучвания и теории били изобразени в така нареченият **Стандартен модел**. Физиците идентифицирали 12 елементарни частици, наречени **Фермиони**, които били фундаментални елементи на материята. Те били смятани за практически неразложими.

mass →	≈2.3 MeV/c ²	≈1.275 GeV/c ²	≈173.07 GeV/c ²	0	≈126 GeV/c ²
charge →	2/3	2/3	2/3	0	0
spin →	1/2	1/2	1/2	1	0
	u up	c charm	t top	g gluon	H Higgs boson
QUARKS	≈4.8 MeV/c ²	≈95 MeV/c ²	≈4.18 GeV/c ²	0	
	-1/3	-1/3	-1/3	0	
	1/2	1/2	1/2	1	
	d down	s strange	b bottom	γ photon	
	0.511 MeV/c ²	105.7 MeV/c ²	1.777 GeV/c ²	91.2 GeV/c ²	
	-1	-1	-1	0	
	1/2	1/2	1/2	1	
	e electron	μ muon	τ tau	Z Z boson	
LEPTONS	<2.2 eV/c ²	<0.17 MeV/c ²	<15.5 MeV/c ²	80.4 GeV/c ²	
	0	0	0	±1	
	1/2	1/2	1/2	1	
	ν_e electron neutrino	ν_μ muon neutrino	ν_τ tau neutrino	W W boson	
				GAUGE BOSONS	

ФЕРМИОНИ – ПЪРВО ПОКОЛЕНИЕ

Представете си всичко около вас. От монитора, чрез който четете това, до звездите на небето. Всички те са съставени от само три Фермиони – горен, долен кварк и електрон. Това са стабилните основни елементи. **Електронното неутрино** допълва елементите от първо поколение.

Протонът съдържа два горни и един долен кварк, а неутронът съдържа един горен и два долни кварка.

Електронът и електронното неутрино се наричат лептони, поради свойство, наречено цветен заряд. То няма нищо общо с човешката представа за цветове, а дава индикации за това дали има или не взаимодействие между частиците със силна атомна сила.

Кварките взаимодействат със силна атомна сила, докато лептоните – не.

ФЕРМИОНИ – ВТОРО ПОКОЛЕНИЕ

Муоните, които да 200 пъти по-тежки от електроните, били открити от Карл Андерсон през 1936г. Те били отрицателно заредени и при сблъсък се отклонявали по по-заоблена траектория от електроните. Муонът е подобна на електрона елементарна частици, със заряд -1 и спин $\frac{1}{2}$.

Но муонът белязал само началото на откриване на много частици от т.нар Второ Поколение. Физиците забелязали, че има един и същ модел, и поради това ги класифицирали в различни семейства, които днес наричаме 1, 2 и 3 поколение, като частиците във второ и трето поколение имат живот едва една микросекунда, преди да се разложат на частици от първо поколение. Изключение прави само неутриното, което не се разлага.

	<i>Fermion generations</i>		
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>leptons</i>	$\begin{pmatrix} \nu_e \\ e^- \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \nu_\mu \\ \mu^- \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \nu_\tau \\ \tau^- \end{pmatrix}$
<i>quarks</i>	$\begin{pmatrix} u \\ d \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} c \\ s \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} t \\ b \end{pmatrix}$

ЧАСТИЦАТА ХИГГС

Най-новооткритата беше обявена през месец Юли 2012г. Това е Хиггс бозонът – частицата, чието поле обяснява как другите частици получават своята маса. Физиците в ЦЕРН анонсираха в началото на 2012г., че на 99 процента са открили нова частици, чиято маса е 126 пъти тази на протона. След събирането на още повече данни, физиците били сигурни, че това е Хиггс бозон. Намирането на Хиггс бозон става изключително рядко – едва веднъж на трилион сблъсъка между два протона.

