

Элементар бөлшектер.

Дәлірек айтатын болсақ, элементар бөлшек деп алғашқы, құрамды бөліктерге бөлінбейтін микробъектерді айту керек. Бірақта, элементар бөлшектер туралы айтқанда ядролық физиканың және элементар бөлшектер физикасының қарқынды даму динамикасын ескеру қажет. Тіпті, жақында ғана нуклондар, электрондар және фотондар элементар бөлшектер саналатын еді.

Кейінгі зерттеулер протон және нейтрон, жалпы барлық адрондар сияқты құрамды бөлшектер болып табылатындығын көрсетті. Бұлар іргелірек бөлшектер – кварктардан тұрады.

Қазіргі уақытта дәстүр бойынша элементар бөлшектер деп барлық субъядролық бөлшектер жатқызылады, бірақ бұлардың көпшілігі осы сөздің бастапқы мағынасында элементар емес болып табылады.

Қазіргі уақытта 500-ге жуық элементар бөлшектер белгілі. Бұлардың қатарына протон, нейтрон, электрон және фотонмен қоса π -мезондар, мюондар, τ -лептондар, нейтрино, K -мезондар, гиперондар, резонанстар және барлық антибөлшектер кіреді. Осы бөлшектердің көпшілігі орнықты емес, олар басқа бөлшектерге түрленіп, спонтанды ыдырайды.

Орнықты бөлшектерге, яғни осы уақытқа дейін бұлардың ыдырауы эксперименттік байқалмаған бөлшектерге, фотон, электрон, нейтриноның барлық түрлері (ν_e электрондық, ν_μ мюондық және ν_τ – лептондық ν_τ), және де бұлардың антибөлшектері жатқызылады.

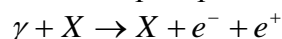
Сонымен, қазіргі заман көріністері бойынша, бұрын біртұтас деп саналып келген субъядролық элементар бөлшектер деңгейі, шын мәнінде екі деңгейге бөлінеді. Адрондық деп аталатын бұлардың жоғарғысы құрамды бөлшектерден тұрады.

Ең төменгі деңгейде ғылым мен техниканың қазіргі күйінде нағыз элементар деп саналатын, яғни ұсағырақ құрамды бөліктерге бөлінбейтін бөлшектер орналасқан. Бұларды іргелі бөлшектер деп те атайды. Осы деңгейде электрон (және де басқа мезондар), фотон (және басқа әсерлесулерді тасымалдаушылар), және де кварктар орналасады.

Элементар бөлшектердің негізгі қасиеттері. Элементар бөлшектердің массалары мен мөлшерлері аса кіші шамалар болады. Бұлардың көпшілігінің массаларын $m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг протон массасымен салыстыруға келеді. Элементар бөлшектер физикасында массаны электрон-вольтта өрнектеу, яғни бөлшектің m_0 массасы орнына $m_0 c^2$ тыныштық энергиясының мәнін келтіру қабылданған. Осы бірліктерде протон массасы $m_p = 938,3 \text{ МэВ}$ болады. Тыныштық массасы нөл емес барлық бөлшектер ішінен елеулі кіші (1836 есе) масса тек электрондікі $m_e = 0,91 \cdot 10^{-30}$ кг немесе $m_e = 0,511 \text{ МэВ}$. Қазіргі уақытта табылған ең бөлшек – Z^0 – бозонның массасы протон массасынан 100 есе артық: $m_{Z^0} = 93 \text{ ГэВ}$.

Протон, нейтрон, π -мезон және басқа адрондардың мөлшерлері өзара шамалас және реттік шамалары 10^{-15} м құрайды. Электрон және мюонның қазіргі уақытта мөлшерлері анықталмаған, бірақ олар 10^{-19} м-ден кіші, яғни $r_e < 10^{-19}$ м.

Барлық элементар бөлшектердің ең маңызды кванттық қасиеттерінің бірі басқа бөлшектермен өзара әрекетінде осыған біріне- бірі өзара түрленіп пайда болып және ыдырау қабілеті болып табылады. Осы жағдайда бөлшектің ыдырау өнімдері ыдырау процесінің өзінде ғана пайда болады. Мысал ретінде электрон – позитрондық жұптың пайда болуын қарастырайық. Осы жұптар $E_\gamma > 2m_e c^2$ энергиясы бар фотондардың зарядталған бөлшектермен, әдетте атомдық ядролармен соқтығысқанда түзіледі:



мұнда X атомдық ядро, ол импульстің сақталу заңы орындалу үшін қажет. Атап өтетін нәрсе, ол электрон мен позитрон жұбының пайда болу процесінде ғана алынады. Бұғанға дейін олар тіпті болмаған, олар фотонның немесе атомдық ядроның құрамына да кірмеген.

Элементар бөлшектердің маңызды сипаттамаларына және орташа өмір сүру уақыты, спин, электр заряды, магниттік моменті жатады. Тағы да лептондық және бариондық заряд бар.

Элементар бөлшектердің τ орташа өмір сүру уақыты бөлшектің орнықтылығын сипаттайды. Фотон, электрон, протон және нейтриноның барлық үш түрі орнықты, бұлардың антибөлшектері де орнықты. Бұл эксперименттерден белгілі. Осы бөлшектердің ыдырауы осы уақытқа дейін байқалмаған.

Электрон мен протонның эксперименттен алынған өмір сүру уақытын бағалау нәтижелері:

$$\tau_e > 4,2 \cdot 10^{22} \text{ жыл,}$$

$$\tau_p > 5 \cdot 10^{32} \text{ жыл.}$$

Бірақта элементар бөлшектердің басым көпшілігі орнықты емес, олар өздігінен басқа бөлшектер пайда болып ыдырайды. Мәселен, нейтрон орнықты емес. Еркін нейтронның орташа өмір сүру уақыты $\tau_n = 887 \pm 2c$.

Орташа өмір сүру уақытының реттік шамасы 10^{-6} , 10^{-8} , 10^{-10} , 10^{-13} с және т.т. болатын элементар бөлшектердің топтары болады. Ең орнықсыз (қысқа өмір сүретін) бөлшектер үшін $\tau \sim 10^{-23} \dots 10^{-24}$ с.

Элементар бөлшектердің маңызды қасиеті іс жүзінде әрбір бөлшекке өзінің антибөлшегі сәйкес келеді.

Антибөлшектердің болатындығын 1930 ж. П. Дирак болжап айтқан. Теория бойынша, бөлшек пен антибөлшектің массалары, өмір сүру уақыты және спині бірдей болуы тиіс. Бұл экспериментте өте дәл расталады. Басқа сипаттамалары мысалы, электр заряды және магниттік моменті модульдері бойынша тең, бірақ таңбалары бойынша қарама – қарсы.

Бөлшек пен антибөлшек мысалдары:

Электрон e^- - позитрон e^+ ,

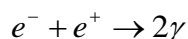
Протон p – антипротон \bar{p} ,

Нейтрон n – антинейтрон \bar{n} .

Бөлшектер мен антибөлшектер әрқашанда электр зарядтарының таңбаларымен өзгешеленеді. Нейтрон n – антинейтрон \bar{n} қос бөлшектің магниттік моменттерінің және бариондық зарядтарының таңбалары әртүрлі болады.

Барлық зарядтары (электрлік, лептондық және бариондық) нөлге тең болатын бөлшектер болады. Осындай бөлшектер нағыз бейтарап деп аталады, олар өздерінің антибөлшектерімен теңбе – тең. Осындай бөлшектерге фотон, π^0 - және η -мезондар жатады.

Бөлшектер өзінің антибөлшегімен соқтығысқанда бұлар аннигиляциялана алады. Мысалы, электрон мен позитрон бір – бірімен кездескенде, γ – сәуленің екі фотоны пайда болып, аннигиляцияға түсе алады:



«Аннигиляция» термині жойылу дегенді білдіреді, бірақ оны дәл осылай түсінбеу керек. Осы процесте материяның ешқандай жойылуы болмайды. Оның бір түрі – зат (электрон мен позитрон) – басқа түрге – электромагниттік өріске (фотон) ауысады. Осы жағдайда энергияның сақталу заңы орындалады. Электрон мен позитронның тыныштық энергиясы сәуле энергиясына айналады.