

Фізика 11

Урок 90 Елементарні частинки

Мета уроку:

Навчальна. Дати поняття про елементарні частинки та їхні властивості.

Розвивальна. Розвивати пізнавальні навички учнів; вміння аналізувати навчальний матеріал, умову задачі, хід розв'язання задач; вміння стисло і грамотно висловлювати свої міркування та обґрунтовувати їхню правильність.

Виховна. Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Наочність і обладнання: навчальна презентація, комп'ютер, підручник.

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

Які частинки ви знаєте?

Які частинки слід вважати елементарними?

III. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Елементарні частинки

Дотепер ми оперували в основному чотирма частинками: *електрон, протон, нейтрон і фотон*.

Проблемне питання

- Чи достатньо цих частинок для пояснення всіх спостережуваних явищ в природі?

Для пояснення експериментів з опромінення нейтронами протонів знадобилося припущення про існування *мезонів*. Ця частинка була «вигадана» японським фізиком *Хідекі Юкавою* (1907-1981).

Дослідження β -розпаду змусили швейцарського фізика *Вольфганга Ернста Паулі* (1900-1958) у 1930 р. «винайти» частинку-фантом – *нейтрино*.

У 1928 р. англійський фізик *Поль Адрієн Дірак* (1902-1984), розв'язуючи задачу про рух електрона зі швидкістю, наближеною до швидкості світла, висловив ідею про можливості існування в природі античастинки електрона – *позитрона*.

Експериментальне спостереження позитрона відбулося тільки через кілька років після його передбачення: у 1932 р. американський фізик *Карл Девід Андерсон* (1905-1991) під час дослідження космічного випромінювання спостерігав слід позитрона в камері Вільсона.

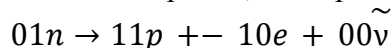
Позитрон

• Маса позитрона дорівнює масі електрона, заряд позитрона за модулем дорівнює заряду електрона, але є позитивним.

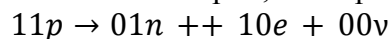
• Існування позитронів було передбачено в 1928 р. У 1932 р. позитрон був виявлений у складі космічного випромінювання.

• Електрон (β^- -частинка) і позитрон (β^+ -частинка) можуть утворюватися всередині ядра:

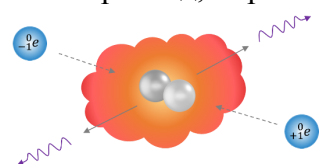
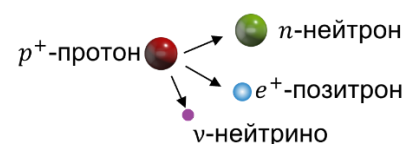
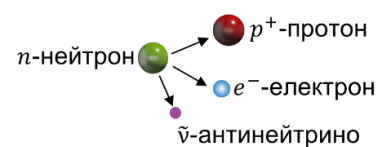
- електрон утворюється внаслідок перетворення нейтрона – у результаті з'являються протон, електрон і антинейтрино:



- позитрон утворюється внаслідок перетворення протона – у результаті з'являються нейтрон, позитрон і нейтрино:



• *Анігіляція* – це взаємодія елементарних частинок і античастинок, внаслідок якої вони перетворюються в інші форми матерії. Наприклад, в разі зіткнення позитрона зі «звичайним» електроном відбувається *анігіляція* – частинки повністю перетворюються на енергію (зникають із випускненням фотонів).



$$+ 10e + - 10e \rightarrow 2\gamma$$

Елементарна частинка – збірний термін, що стосується мікрооб'єктів в суб'ядерному масштабі, які неможливо розщепити на складові частини.

Як помітив італійський фізик Енріко Фермі, поняття «елементарний» стосується скоріше рівня наших знань, ніж природи частинок. У міру того як розвивалася наука, багато елементарних частинок переходили в розряд неелементарних.

2. Класифікація елементарних частинок

Проблемне питання

- Як здійснити класифікацію елементарних частинок?

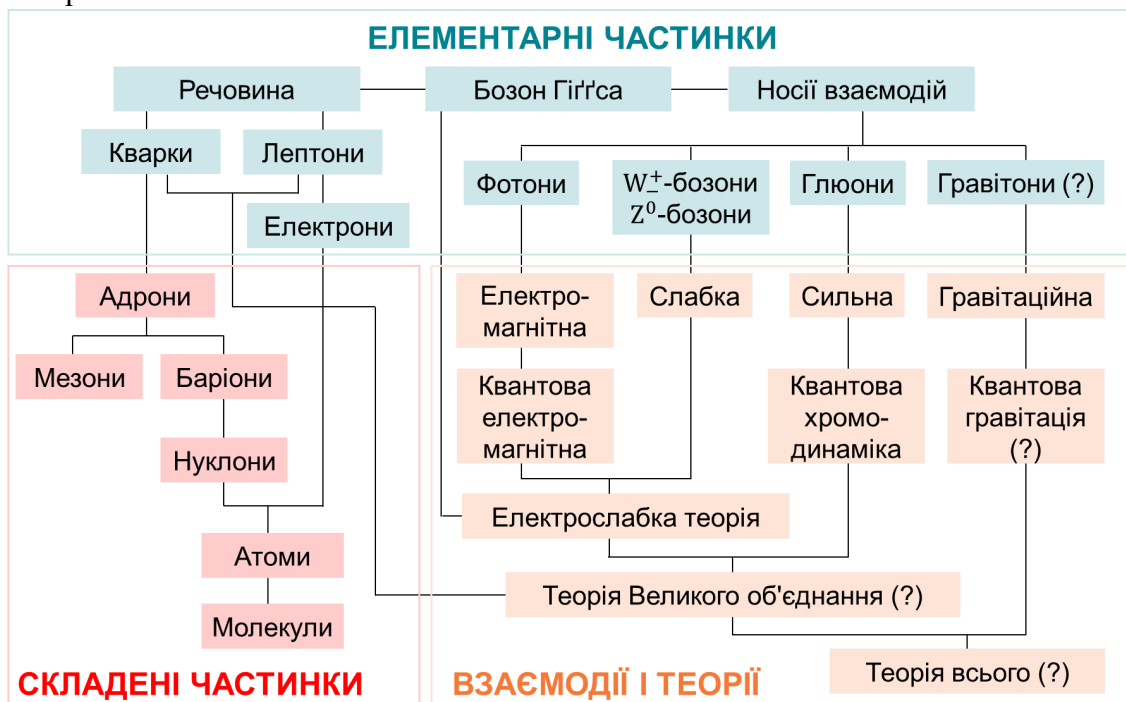
Коли кількість відомих елементарних частинок досягла кількох сотень, постала необхідність створити класифікацію частинок. Всі частинки *розділили за масою та розбили на три групи*:

У першій групі опинилась тільки одна частинка – *фотон* із нульовою масою.

До другої групи увійшли відносно легкі частинки, які були названі *лептонами* (від грец. *leptos* – легкий). Вам відомий представник цієї групи – *електрон*.

Третя група частинок – найважчих – одержала назву *адрони* (від грец. *hadros* – великий, сильний). Представники групи адронів вам добре знайомі – *нуклони* (*протони та нейтрони*).

Подальші дослідження показали, що частинки об'єднані в групи не тільки через розбіжності в їхніх масах, а й відповідно до їхньої здатності до *фундаментальних взаємодій*. В *електромагнітній взаємодії* беруть участь всі частинки, що мають електричний заряд. Носіями електромагнітної взаємодії є фотони. У *слабкій взаємодії* беруть участь всі елементарні частинки, окрім фотонів. До адронів відносять частинки, які здатні до *сильної взаємодії*. Адронів більше, ніж лептонів, але майже всі адрони є нестабільними. Адрони діляться на мезони й баріони.



3. Кварки

Проблемне питання

- Що таке кварки?

Теорія кварків була незалежно запропонована фізиками *Маррі Гелл-Манном* (народ. 1929 р.) і *Джорджем Цвейгом* (народ. 1937 р.) в 1964 році. Вчені розробили теорію кварків для пояснення властивостей адронів, на яких проводили дослідження по розсіюванню дуже швидких електронів.

Кварки – елементарні частинки і фундаментальні складові матерії. Кварки об'єднуються, створюючи композитні частинки, *адрони*, в тому числі й найбільш стабільні серед них *протони* і *нейтрони*. Кварки ніколи не спостерігалися в вільному стані; вони можуть бути знайдені тільки в межах адронів, таких як *мезони* і *баріони*. Кварки мають різні внутрішні властивості, такі як *маса*, *електричний заряд*, *кольоровий заряд* і *спін*.

На сьогодні відомо 6 сортів (їх прийнято називати «ароматами») кварків: *нижній d (down)*, *верхній u (up)*, *дивний s (strange)*, *чарівний c (charm)*, *красивий b (beauty)* і *справжній t (truth)*. Верхній і нижній кварки є найлегшими. Більш важкі кварки швидко перетворюються в верхній і нижній шляхом розпаду. Інші кварки можуть бути отримані при зіткненнях за високих енергій.

Для кожного кварка існує своя *античастинка* – «*антикварк*». Позначають атикварки рискою над символом для відповідного кварка, наприклад $\bar{u}$ для верхнього антикварка.

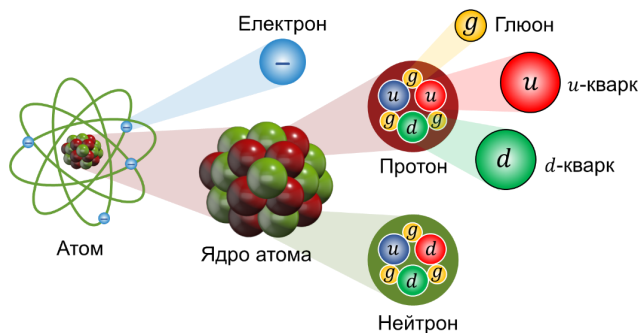
Проблемне питання

- Чому кварки об'єднуються в адрони?

Відповідно до сучасних уявлень кварки об'єднуються в адрони за допомогою ще одного типу частинок – *глюонів* (від англ. *glue* – клей).

Не зазначаючи всіх деталей, звернемо увагу лише на одну особливість кварків: заряд цих частинок не цілий (в елементарних зарядах), а дробовий і дорівнює $+\frac{2}{3}e$ або $-\frac{1}{3}e$, де e – елементарний заряд. Наприклад, заряд *d*-кварка дорівнює $-\frac{1}{3}e$, *u*-кварка – $+\frac{2}{3}e$, *s*-кварка – $-\frac{1}{3}e$.

Кожний нуклон складається із трьох кварків: протон – із двох *u*-кварків і одного *d*-кварка ($p = uud$), нейтрон – із двох *d*-кварків і одного *u*-кварка ($n = udd$).



4. Майбутнє

Проблемне питання

- Яке майбутнє у розвитку фізики елементарних частинок?

Заповітною мрією більшості видатних фізиків було і залишається створення єдиної теорії – так званої «теорії всього», за допомогою якої можна було б пояснити всі явища у Всесвіті.

В останні роки у фізиці елементарних частинок: створена Стандартна модель, що об'єднує сильну, слабку та електромагнітні взаємодії елементарних частинок. Відкриття бозона Гігса (в рамках стандартної моделі «відповідає» за наявність інертної маси в елементарних частинках) її підтверджує, передбачений британським фізиком-теоретиком Пітером Хігсом (народ. 1929 р.) у 1964 році. Про відкриття було заявлено у 2012 році після аналізу результатів роботи Великого адронного колайдера.

Залишаються не поясненими: природа темної матерії, походження високоенергетичних космічних частинок тощо.

Наука чекає на нові відкриття!

IV. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

Бесіда за питаннями

1. Що називають елементарною частинкою?
2. Яку частинку називають позитроном? Чим вона відрізняється від електрона? Хто першим передбачив і хто першим спостерігав цю частинку?
3. Які частинки називають лептонами?
4. Які частинки називають адронами?
5. Що таке кварки? Які заряди мають кварки? Назвіть засновників теорії кварків.

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Опрацювати § 43