

Виходячи з вище описаного можна стверджувати, що основне завдання у формуванні наукового світогляду це трансформація знань, що лежать в основі наукової картини світу, у погляди і переконання учнів.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Управління процесом навчально-пізнавальної діяльності. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, 1997.
2. Бунге М. Философия физики. – М., 1975.
3. Гончаренко С.У. Формування наукового світогляду учнів під час вивчення фізики: Посібник для вчителя. – К.: Рад. шк., 1990. – 208 с.
4. Концепція 12-річної середньої загальноосвітньої школи // Освіта. – 2000. – 30 серпня-6 вересня. – С. 3-6.
5. Ляшенко О.І. Формування фізичного знання в учнів середньої школи: Логіко-дидактичні основи. – К.: Генеза, 1996. – 128 с.

6. Національна доктрина розвитку освіти // Освіта. – 24 квітня – 1 травня 2002. – №26.
7. Формування в учнів науково-матеріалістичного світогляду. – К.: Рад. шк., 1977. – С 39.
8. Формирование научного мировоззрения учащихся / Под ред. Э.И.Монозона, Р.Правдина, М.Р.Роговой. – М.: Педагогика, 1985. – 231с.

In the article the question of forming of world view is considered on the basis of philosophical positions. Theoretical generalization of structure of scientific world view and basic direction of forming of knowledge's of world views of commons and scientific picture of the world is reflected.

Key words: pphilosophy, world view, scientific picture of the world, structure of scientific world view.

Отримано: 10.09.2009

УДК 53(07)

О. М. Трифонова, Н. В. Подопригора

Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка

ПРО ДЕЯКІ МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЧАСТИНОК ТА ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ВЗАЄМОДІЙ

У статті розкрито методику формування у суб'єктів навчання поняття класифікації елементарних частинок та моделювання адронів кварками.

Ключові слова: вивчення елементарних частинок, фундаментальні взаємодії, моделювання адронів.

Проблеми навчання фізики елементарних частинок та фундаментальних взаємодій у середній школі існують з 50-х років минулого століття. Методологічних досліджень з цих питань майже не було. Остаточного формування структури і змісту курсу фізики для 12-річної освіти ще не сталося. У цьому зв'язку ми пропонуємо одну з точок зору вивчення питань елементарних частинок і фундаментальних взаємодій у середній загальноосвітній школі.

На нинішньому етапі розвитку науки вся різноманітність явищ, які мають місце у Всесвіті на всіх її рівнях – мікросвіт, жива природа, зірки, галактики – визначаються чотирма фундаментальними взаємодіями. Дві з них відомі з класичної фізики – це гравітаційна та електромагнітна. Специфічною особливістю володіють ядерна – сильна та слабка взаємодії. Вони є короткодійними і мало впливають не лише на рух макроскопічних тіл, а й на рух і властивості атомів та молекул і проявляються лише в ядерних явищах та в перетвореннях елементарних частинок.

У основу сучасного підходу до класифікації елементарних частинок також покладено типи фундаментальних взаємодій [4]. Виділяється чотири фундаментальні частинки фотони, глюони, W^+ , W^- , Z^0 бозони та гравітони, які є відповідальними за ці взаємодії. Узагальнено це показано на рис. 1. Використання рисунка дає можливість наочно побудувати цілісну картину як взаємодій, так і частинок, які причетні до них.

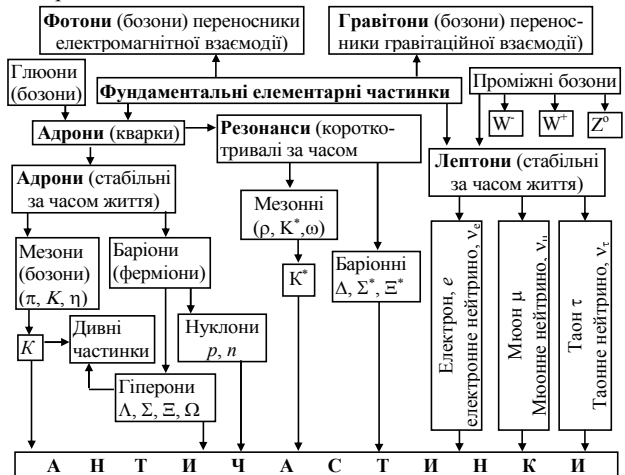


Рис. 1. Класифікація елементарних частинок

Слабка взаємодія – це особлива взаємодія, яка проявляється у всіх процесах, в яких бере участь нейтрино. Таке відбувається при захопленні нейтрино ядрами, при бета-розпаді, при розпаді π^+ , π^- мезонів і міуонів.

Силу взаємодії двох частинок можна охарактеризувати потенціальною енергією при їх зближенні на деяку відстань. Доцільно на уроках порівняти енергію сильної, слабой, електромагнітної та гравітаційної взаємодії двох протонів на відстані $r \approx 10^{-15}$ м. На такій відстані сильна взаємодія проявляється у повній мірі. Для електромагнітної взаємодії ця енергія становить ~ 1 MeV, сильної ~ 50 MeV, слабой $\sim 10^{-6}$ MeV, а для гравітаційної $\sim 10^{-30}$ eV. Співвідношення між цими взаємодіями становить $1:10^{-2}:10^{-14}:10^{-38}$ eV.

Важливу роль у фізиці мікросвіту відіграє уява про час, який характерний для того чи іншого явища. Для сильної взаємодії оцінка цього масштабу виявляється з ядерних зіткнень швидких частинок, які мають швидкість порядку швидкості світла. За відомим радіусом дії цих сил та швидкістю взаємодії $r/c \sim 10^{-21} - 10^{-24}$ с. Це означає, що при розпаді частинки за сильної взаємодії час такого розпаду буде цього ж порядку. Якщо "сильні розпади" за якихось умов не здійснюються, і частинка розпадається під дією електромагнітних сил, то час життя лежить уже в межах $\sim 10^{-16} - 10^{-20}$ с. Для слабких розпадів відповідний час становить $\sim 10^{-8} - 10^{-13}$ с. Звертаємо увагу учнів, що частинки, які розпадаються лише завдяки слабким взаємодіям є відносними довгожителами.

Таким чином частинки розділяють на класи за характером взаємодій: фотон має електромагнітну взаємодію; лептони – електрон, міуон, нейтрино, та їх античастинки. Їм властива слабка взаємодія. Вони піддаються і електрослабкій взаємодії, яка у курсі фізики середньої школи не вивчається, хоч її теорія створена у 1964 р, а у 1979 р. вчені Салам, Глешоу за її створення одержали Нобелівську премію.

Глюони відповідальні за сильну взаємодію, яка проявляється у адронів, що складаються з кварків. В цілому ж адронам властиві всі чотири взаємодії. За часом життя адрони поділяються на короткоживучі частинки – резонанси і довго живучі адрони. Одну групу складають мезони – сильно взаємодіючі частинки кванти ядерного поля. Другу групу складають баріони-нуклони, які мають баріонний заряд. Самі легкі баріони – нейтрон і протон.

Адрони-баріони – частинки, беруть участь у сильних взаємодіях. Час їх життя $\sim 10^{-23}$ с. Але є адрони з часом життя $\sim 10^{-8} - 10^{-13}$ с. Розпади цих довгоживучих частинок обумовлюються слабкими взаємодіями.

Ми пропонуємо класифікацію адронів здійснювати за їх квантовими числами: масою, електричним зарядом, спіном, магнітним моментом, часом життя, значенням баріонного заряду. Баріонні та електричні заряди – це єдині заряди, які характеризуються сильнодіючими частинками. Нові заряди дістали назву ароматів, чарівних і т.д. В 50-х роках минулого століття відкрили дивні частинки, і ввели квантове число – дивність.

Після об'єднуючого описання електрослабкої взаємодії елементарних частинок виникло питання про об'єднання сильної, слабкої та електромагнітної взаємодії – великого синтезу. Така ідея ґрунтувалась, насамперед, на тому, що константи сильної кварк-глюонної взаємодії зменшуються з ростом переданого імпульсу, а константа електромагнітної і слабкої взаємодії навпаки збільшується [1, с.176-177]. Тому при деякому значенні імпульсу інтенсивність всіх трьох взаємодій можуть зрівнятися.

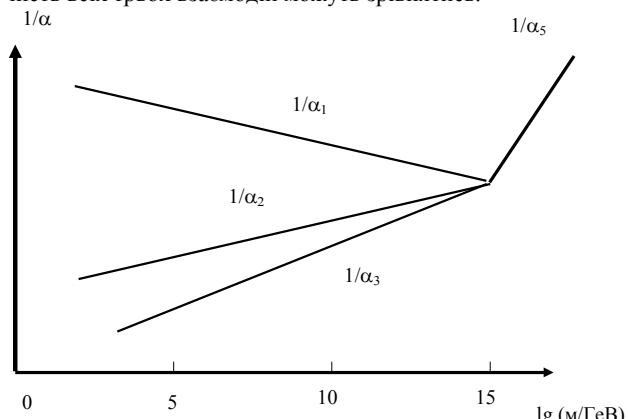


Рис. 2. Поведінка констант електромагнітної $1/\alpha_1$ слабкої $1/\alpha_2$ і сильної $1/\alpha_3$ взаємодії у області великих наданих імпульсів

Для знаходження такого імпульсу використовується

залежність констант $\alpha_i = \frac{g_i^2}{4\pi}$, ($i = 1, 2, 3$) від імпульсу відповідних U_1 -, SU_2 -, SU_3 -симетричних взаємодій:

$$\frac{1}{\alpha_i(M)} - \frac{1}{\alpha_i(\mu)} = \frac{\alpha_i \ln\left(\frac{M}{\mu}\right)}{2\pi}, \text{ де } M \text{ і } \mu - \text{ деякі значення імпульсу.}$$

В дослідженнях під M розуміється імпульс, при якому зрівнюються інтенсивності взаємодій $\mu = M_0$. Головний внесок у залежність від M констант дають їх залежності від енергії.

Знайомимо учнів з методикою вивчення характеру залежності констант від імпульсу. За співвідношенням коефіцієнтів a_i встановлюємо характер залежності констант від імпульсу: $a_3 - a_2 = 11/3$, $a_3 - a_1 = 11$, $a_3 = 11 - 2N_f/3$. Коефіцієнти α_2 і α_3 додатні, а α_1 від'ємний. Тоді константи SU_2 - і SU_3 -взаємодій з ростом M зменшуються, а константа α_1 збільшується. Маса, при якій $\alpha_1(M) = \alpha_2(M) = \alpha_3(M)$ ви-

значається із співвідношення $\ln \frac{V}{\mu} = \frac{\left(\frac{1}{\alpha} - \frac{8}{3\alpha_s}\right)\pi}{11}$. Якщо при

$\mu = M_0$ константи $\alpha(M_0) = 1/129$, $\alpha_1(M_0) = 0,1$, то $\ln(M/M_0) = 29$. Відповідно $M/M_0 = 4 \cdot 10^{12}$, а $M \approx 4 \cdot 10^{14}$ GeV. Передбачається, що при таких енергіях існує єдина взаємодія, яка має більш високу симетрію у порівнянні з $U_1 \times SU_2 \times SU_3$ -симетрією сильної і електромагнітної взаємодій, які спостерігаються до цього часу. Найбільш простою для такого об'єднання є SU_5 -симетрія.

Важливим для наукового світосприймання учнів ознайомлення їх з моделлю кваркової будови адронів. Ми пропонуємо розглянути цю модель у такій послідовності:

1. Адрони не можна розглядати як елементарні частинки у прямому розумінні цього слова. Вони мають складну внутрішню структуру і складаються з істинно елементарних частинок. Структурні елементи адронів назвали кварками.

2. Систематика адронів дозволила зобразити відомі баріони з трьох кварків і антибаріони – антикварків.

3. Існує не менше 6 типів кварків, кожен з яких є носієм певного нового квантового числа – адронного аромату.

4. Сильні та електромагнітні взаємодії не можуть змінювати індивідуальність кварків, вони не змінюють значення кваркових ароматів. У процесах, які обумовлюються сильними і електромагнітними взаємодіями можуть проходити просто перегрупування кварків, або утворення знищення кварк-антикваркових пар з певними ароматами, або і одне і друге.

5. Слабка взаємодія відіграє в природі унікальну роль – вони змінюють індивідуальність кварків.

Наступним кроком вивчення кваркової моделі є розгляд процесів утворення і розпаду адронів. Відповідно до кваркової моделі здійснюються різні адронові реакції. Наприклад, утворення π -мезонів у нуклон-нуклонних взаємодіях $n+p \rightarrow n+n-\pi^+$. В кварковій моделі ця реакція записується таким чином: $[udd]+[uud] \rightarrow [udd]+[udd]+[ud]$.

Другий приклад: утворення баріонів і антибаріонів $\pi^+ + p \rightarrow \pi^+ + p + p + p$. У кварковій моделі має місце процес $[du]+[uud] \rightarrow [du]+[uud]+[uud]+[uud]$. Утворення $u\bar{u}$ -пар і однієї $d\bar{d}$ -пари, які потім згрупувались в протон і антипротон.

Розглянемо реакцію утворення дивних частинок $[ud]+[uud] \rightarrow [uus]+[su]$ зводиться до анігіляції $d\bar{d}$ -пари і до народження ss -пари. Така реакція є дозволеною. У цьому випадку два s -кварки повинні перейти у два u -кварки. Згідно основних положень кваркової моделі такі процеси не можуть проходити в сильних і електромагнітних взаємодіях, у яких аромати зберігаються. І дійсно така реакція ніде не спостерігалась в експериментах. Таким чином маємо нібито гру в кубики згідно правил кваркової моделі.

Після відкриття у 1932 р. нейтрона і введення гіпотези нейтрино у фізиці завершилась монополія електромагнітної взаємодії і розпочався період утвердження уявлень про сильну і слабку взаємодію. Е.Фермі у 1952 р. виявив складну структуру нуклона. Дослідження з розсіювання піонів нуклонами виявило збуджені стани нуклона: Δ -ізобара з масою 1,24 GeV, спіном $3/2$ і додатною просторовою парністю. Ідея про структуру адронів утвердилась у фізиці елементарних частинок у 1956 р. після дослідів з розсіювання електронів нуклонами і ядрами (Хофштадтер) [3, с.168]. Принципове значення для розуміння структури адронів мала кваркова модель [3, с.341]. Її успіх у класифікації адронів було закріплено після дослідів з розсіювання лептонів, електронів і нейтрино нуклонами. Спроби розв'язати проблему взаємодії кварків привели до появи глюонів – нейтральних безмасових векторних частинок. Так виникла квантова хромодинаміка – теорія сильної взаємодії кварків з глюонами. Реальність кварків і глюонів доводить утворення адронних струмин у дослідях на зустрічних пучках. За допомогою кварк-лептонної симетрії була побудована єдина теорія електрослабкої взаємодії лептонів і кварків. На мові лептонів та кварків нині формується теорія “великого об'єднання” елементарних частинок [2, с.3-38]. На дослідях спостерігались 5 кварків. Теорія електрослабкої взаємодії вимагає ще одного t -кварка. Із u -і d -кварків складаються нуклони: протон, нейтрон, піони π^0 , π^+ , π^- , векторні мезони ρ і ω . Із трьох класів кварків складаються баріони, а мезони – із кварка і антикварка. Можливі баріони із п'яти кварків: чотири кварки і один антикварк $B = 4q + \bar{q}$. Маси u -, d - і s -кварків близькі між собою $m_u = m_d = 300$ MeV, а $m_s = 475$ MeV. Якщо різницею у масах знехтувати, то виникає SU_3 – симетрія сильної взаємодії адронів [1, с.168-182]. Ця симетрія має визначальне значення при аналізі мас адронів, їх розпадів, класифікації адронів. У групі SU_3 кварки утворюють мультиплет розмірності 3, антикварки – $\bar{3}$. Тоді мезони, які складаються з кварків та антикварків мають належати двом мультиплетам $SU_3 \ 3 \oplus \bar{3} = 1 \oplus 8$.

На рис. 3 показано як заповнюються октети псевдоскалярних і векторних мезонів. Ранг групи рівний 2, то адрони у ній повинні характеризуватись двома квантовими

числами: гіперзарядом $Y = S+B$ (S – странність, B – баріонний заряд) і ізотопічним спіном I_3 .

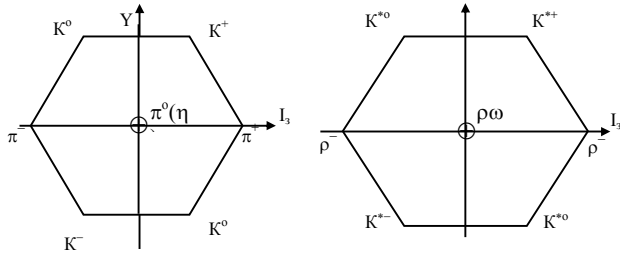


Рис. 3. Октети псевдоскалярних і векторних мезонів

Баріони складаються з трьох кварків і можуть належати унітарним синглетам, октетам і декуплетам, рис. 4 $3 \otimes 3 \otimes 3 = 1 \otimes 8 \otimes 8 \otimes 10$.

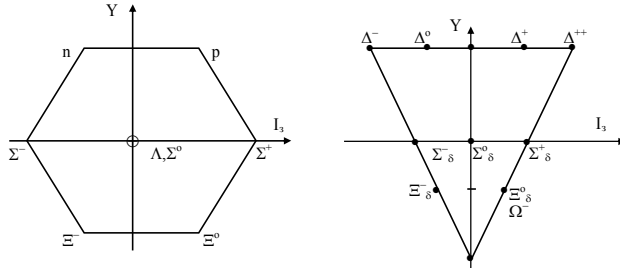


Рис. 4. Мультиплети баріонів у SU_3 -симетрії

Маса шармового с-кварка рівна ≈ 1 GeV і значно відрізняється від u-, d-, s-кварків. Тому можлива симетрія SU_4 -симетрія повинна бути досить сильно порушена. Це означає, що маси шармових адронів перевищують масу звичайних адронів. Проте для класифікації таких адронів можна використовувати дану симетрію. У цьому випадку мезони повинні утворити синглет і 15-плет, або $4 \oplus 4 = 16 = 1 \oplus 15$. Мезонний мультиплет розмірності 15 має нонет мезонів з нульовим шармом, а також 6 мезонів з шармом відмінним від нуля: $F^+ = (s^+)c$, $F^- = (c^+)s$, $D^+ = (d^+)c$, $D^0 = (u^+)c$, $D^- = (c^+)d$, $(D^0)^- = (c^+)u$.

Нонет мезонів з нульовим шармом складається із шармового кварка і антикварка. Це є Ψ -частинки ($\Psi = (c^+)c$). Шармові D- і F-мезони спостерігались у дослідях на зустрічних електрон-позитронах [1, с. 170].

Шармові баріони можуть мати 1-3 с-кварки ($\Lambda_c = [ud]c$, $\Sigma_c^+ = \{ud\}c$, $\Sigma_c^0 = ddc$, $\Sigma_c^- = \{ud\}c$), де $[ud]$ й $\{ud\}$ – симетрична і антисиметрична хвильова функція u- та d-кварків. Баріони з рівним одиниці шармом і нерівною нулеві странністю мають таку кваркову структуру: $\Lambda^0 = c[ds]$, $\Lambda^+ = c[us]$, $S^0 = c\{ds\}c$, $S^+ = c\{us\}$, $T^0 = css$.

Триплет SU_3 -симетрії утворюють баріони з двома кварками $X_u^{++} = ccu$, $X_d^{+} = ccd$, $X_s^{+} = ccs$.

Баріони з одним і двома кварками мають спін 1/2, додатно парність, хвильова функція баріона повинна змінювати знак при перестановці будь-якої пари кварків.

Для баріону O^{++} з трьома с-кварками маємо нульовий ізотопічний спін, подвійний електричний заряд, спін рівний 3/2.

Еквівалентність властивостей кварків різних кольорів приводить до кольорової SU_{3c} -симетрії. Передбачається, що ця симетрія є точною для усіх нині відомих взаємодій. При виконанні умови, що дана симетрія має локальний характер [1, с.171], то виникає вісім векторних полів з нульовою масою глюони. Локальність симетрії означає, що відповідна теорія інваріантна відносно групи SU_{3c} -симетрії, вісім параметрів яких є функціями чотиримірної координати простору-часу. Обмін глюонами приводить до взаємодії між кварками, аромат кварка не змінюється при випромінюванні чи поглинанні глюона, але колір кварка у цьому випадку не змінюється.

Досліди на зустрічних електрон-позитронних пучках підтвердили передбачення теорії квантової хромодинаміки [1, с.172-173].

Уявлення про кваркову структуру адронів добре описали процеси слабкої взаємодії лептонів і адронів. Це проявилось у єдиних теоріях слабкої та електромагнітної взаємодії елементарних частинок. Такі теорії використовують три принципові обставини: калібрувальну інваріантність, спонтанне порушення симетрії і скалярні мезони Хиггса [1, с.174-175]. Спонтанне порушення симетрії можна розглядати як джерело появи маси у заряджених і нейтральних векторних бозонів. Із обміном забезпечується взаємодія частинок. Маси заряджених ферміонів також зумовлені спонтанним порушенням симетрії. У об'єднуючих схемах важливою характеристикою є їх перенормування навіть за наявності масивних векторних бозонів. Тут радикальне значення має спонтанне порушення калібрувальної інваріантності.

Список використаних джерел:

1. Рекало М.П. Современные представления о структуре адронов // Очерки по истории развития ядерной физики в СССР. – К.: Наук. думка, 1982. – С.168-182.
2. Матинян С.Г. УФН. – 1980. – 130. – №1. – С.3-38.
3. Коккеде Я. Теория кварков. – М.: Мир, 1971. – С.168-341.
4. Наумов А.И. Физика атомного ядра и элементарных частиц: учеб. пособие [для студ. пед. ин-тов по физ. спец.] / Наумов А.И. – М.: Просвещение, 1984. – 384 с.

In the article the method of forming for the subjects of teaching of conception of classification of elementary particles and of adrons is exposed quarks.

Keywords: study of elementary particles, fundamental co-operations, designs of adrons.

Отримано: 3.09.2009

УДК 372.853

О. А. Черченко

Чернігівський державний педагогічний університет імені Т.Г. Шевченка

ЗМІСТ ПОЗАУРОЧНОЇ РОБОТИ З ФІЗИКИ В УМОВАХ СИНЕРГЕТИЧНОГО ПІДХОДУ ДО ЇЇ ОРГАНІЗАЦІЇ

У статті розглядається проблема формування змісту позаурочної роботи з фізики в основній школі. Як результат, пропонується спосіб формування змісту в умовах використання синергетичного підходу.

Ключові слова: позаурочна робота, основна школа, навчання фізики, фізика, синергетика, навчання, синергетичний підхід.

Однією із важливих проблем дидактики фізики є формування інтересу в учнів до її вивчення. Важливе місце у розв'язанні цієї проблеми займає позаурочна робота [1-9]. Вона приймає різноманітні форми, які можна віднести до чотирьох груп [1]: організована вчителем фізики позаурочна (позакласна) робота; організована керівником з іншого позашкільного закладу позаурочна робота з фізики в школі; організована вчителем фізики позаурочна робота з фізики в іншому позашкільному закладі; організована позаурочна

робота з фізики в іншому позашкільному закладі керівником цього закладу. Кожна з груп включає позаурочну роботу, яка класифікується за ступенем охоплення учнів, а саме [2]: індивідуальна (читання книжок і журналів, підготовка рефератів, розв'язування задач, виконання фізичного експерименту в домашніх умовах, виготовлення моделей і приладів, виконання експериментальних робіт дослідницького типу...); групова (факультативні заняття, фізичний гурток, фізико-технічний гурток, технічний гурток, участь