

УДК 53(07)

## ВИВЧЕННЯ СИМЕТРІЇ ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЧАСТИНОК

Ольга Кузьменко

*Стаття присвячена вивченню симетрії елементарних частинок. Коротко розкрито класифікацію елементарних частинок та їх основних властивостей. В статті відзначено поняття симетрії та її взаємозв'язок з властивостями елементарних частинок. Розкрито два види симетрії – дзеркальну та зарядового сполучення, що лежать в основі елементарних частинок.*

**Ключові слова:** симетрія, фундаментальні взаємодії, елементарні частинки, фізика, навчальний процес.

**Постановка проблеми.** Фізика елементарних часток – електронів, протонів, нейтронів, мезонів та ін. – належать до актуальних проблем фізичної науки. Найголовнішою метою фізики завжди було дослідження простих фундаментальних частинок матерії та з'ясування законів їх руху та взаємодії разом з дослідженням простору і часу. Відповідно вивчення атомних ядер, що мають величезне технічне використання, вивчаються фізикою елементарних частинок. Питання релятивістської квантової теорії пов'язані з вивченням елементарних частинок: мезонів, гіперонів та ін., оскільки квантова механіка та квантова електродинаміка, встановлені спочатку для електронів і електромагнітного поля вичерпали свої можливості.

Найбільш істотні успіхи релятивістської квантової електродинаміки, тобто теорії електронів, позитронів і фотонів, що взаємодіють один з одним, були пов'язані з поясненням лембовського відхилення та магнітного моменту електрона за допомогою теорії вакууму в 1947-1948 рр. [6].

Не дивлячись на розробку нових методів навчання з фізики, розробку сучасного обладнання, яке впроваджувалися в навчальний процес не дало здобуття нових фізичних результатів у вивченні елементарних частинок. Тому вивчення теорії елементарних часток завжди є і буде актуальною проблемою.

**Аналіз актуальних досліджень.** Поняття симетрії розглядали в роботах В.С. Готта, Ф.М. Землянського, світоглядні питання в контексті теорії симетрії розглянуті Р.М. Ганієвим [3], проблемі симетрії у фізиці присвячені роботи Дж. Еліота, П. Добера [5], О.С. Компанієць [8] висвітлив проблему симетрії в мікро- та макро- світі, В.В. Мултановського, який розглядає симетрію у класичній механіці [9], І.З. Ковальова (розгляд симетрії в курсі фізики в середній школі) [7], Е. Вігнер відзначав в своїх роботах найважливіші проблеми філософського і природничо-наукового характеру, пов'язані з симетрією [2], М.І. Садовий [11] розглядав симетрії елементарних частинок та ін.

**Метою статті** є розгляд поняття симетрії елементарних частинок студентами вищих навчальних закладів у процесі навчання фізики.

**Виклад основного матеріалу.** Під час вивчення загального курсу фізики, а саме квантової фізики студентам доцільно розкрити класифікацію елементарних частинок і їх взаємодій. Разом з частинками існують і античастинки, які вперше передбачив Поль Дірак. Характерною особливістю частинок і античастинок є те, що при їх взаємодії, внаслідок чого відбувається зіткнення, частинки знищуються і відбувається ангіляція з утворенням фотонів. Слід звернути увагу студентів на те, що найпершою експериментально елементарною частинкою є електрон, а пізніше вчені- фізики почали оперувати поняттям фотона. На початку нашого століття, точніше на початку тридцятих років, були вже відомі такі елементарні частинки, як протон, нейтрон і позитрон. У процесі вивчення теми про елементарні частинки обов'язково потрібно наголосити про те, що їх підрозділяють на три класи: адрони, лептони та фотони. Підрозділ елементарних часток на класи пов'язаний з видами взаємодій, що існують в природі. Всього в природі існує 4 види взаємодії: 1) сильні взаємодії (здійснюються лише серед адронів); 2) електромагнітні взаємодії (здійснюються між всіма елементарними частинками, що мають електричний заряд і між фотонами, що не мають електричного заряду, але є переносниками електромагнітної взаємодії); 3) слабкі взаємодії обумовлюють повільні розпади частинок за участю нейтрино; 4) гравітаційні взаємодії – відбувається тяжіння між будь-якими масами.

Перш ніж дати характеристику кожному класу елементарних частинок, розглянемо одну з них - фотон. Ідея фотона привернула увагу фізиків з 1905 році, коли Ейнштейн вперше запропонував використовувати кванти світла для пояснення явища фотоелефекту. Поняття фотона знайшло свою форму в квантовій теорії випромінювання. Саме електромагнітні явища, точніше два явища з безлічі, стали першою цеглою у фундаментах двох великих теорій ХХ століття, а саме спеціальної теорії відносності та квантової механіки.

Досліди Майкельсона та Морлі, з яких виходила незалежність швидкості світла від руху джерела або приймача світла є одним із поштовхів в створенні спеціальної теорії відносності. Природа випромінювання "чорного тіла", ультрафіолетова катастрофа послужили для розвитку квантової механіки.

І вже після створення першооснов квантової механіки (рівняння Шредінгера, співвідношення невизначеностей Гейзенберга) фізики знову звернулися до фотона. У 1927 році Дірак проквантував електромагнітне поле випромінювання. Найбільшим тріумфом концепції фотона є пояснення

лембовського зміщення рівнів, наприклад,  $2s_{1/2}$  рівня відносно рівня  $2p_{1/2}$  в атомі водню, що розглянуто німецьким фізиком Р. Бете. Якщо ж врахувати взаємодію електрона в атомі водню з квантами електромагнітного поля, відповідним "нульовим коливанням" вакууму, то буде зміщення між вказаними рівнями. Концепція фотона в сучасній квантовій теорії випромінювання забезпечує базис для пояснення всіх відомих електромагнітних явищ, як хвильових (інтерференція, дифракція, поляризація), так і квантових.

У 1919 році у складі атомних ядер були виявлені дрібніші, ніж самі ядра, частинки – протони, а в 1932 році – нейтрони, в 1936 році були відкриті мюони. Але проте зараз ми маємо досить чітку картину про великий клас елементарних частинок – адрони. Адрони у свою чергу поділяються на баріони та мезони. Баріони в своєму складі містять нуклони (це протони і нейтрони – частинки, з яких складається ядро) і гіперони. Всі адрони об'єднує те, що вони схильні до сильної взаємодії. Для розгляду різноманіття властивостей елементарних частинок наведемо таблицю 1. Важливого значення набуває поняття симетрії елементарних частинок, яке доцільно розкрити студентам у процесі вивчення загального курсу фізики у відповідності до робочої навчальної програми [10].

**Симетрія** (від грец. *συμμετρεῖν* – міряти разом) – це категорія, що визначає процес існування та становлення тотожних моментів у певних умовах та відношеннях між різними та протилежними станами явищ світу [12].

Таблиця 1

**Властивості лептонів і андронів**

| Клас    | Назва частинки | Символ      |                   | Енергія спокою (Мев) | Час життя, с                         | Схема розпаду                                    |
|---------|----------------|-------------|-------------------|----------------------|--------------------------------------|--|
|         |                | частинка    | античастинка      |                      |                                      |  |
|         | Електрон       | $e^-$       | $e^+$             | 0,511                | Стаб.                                |  |
|         | Мюон           | $\mu^-$     | $\mu^+$           | 105,7                | $2,240 \cdot 10^{-6}$                | $\mu^- \rightarrow e^- + \nu_e + \bar{\nu}_\mu$  |
|         | Тау            | $\tau^-$    | $\tau^+$          | 1784                 | $2,240 \cdot 10^{-13}$               | $\tau^- \rightarrow e^- + \nu_e + \bar{\nu}_\mu$ |
|         | Нейтрино       | $\nu_e$     | $\bar{\nu}_e$     | 0                    | Стаб.                                |  |
|         |                | $\nu_\mu$   | $\bar{\nu}_\mu$   | 0                    | Стаб.                                |  |
|         |                | $\nu_\tau$  | $\bar{\nu}_\tau$  | 0                    | Стаб.                                |  |
| Мезони  | Піон           | $\pi^+$     | $\pi^-$           | 139,6                | $2,6 \cdot 10^{-8}$                  | $\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$              |
|         | Каон           | $\pi^0$     | $\pi^0$           | 135,0                | $0,83 \cdot 10^{-16}$                | $\pi^+ \rightarrow \gamma + \gamma$              |
|         |                | $k^+$       | $k^-$             | 493,7                | $1,34 \cdot 10^{-8}$                 | $k^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^0$                  |
|         |                | $k_i^0$     | $\bar{k}_i^0$     | 497,7                | $0,9 \cdot 10^{-10}$                 | $k_i^0 \rightarrow \pi^0 + \pi^0$                |
|         |                | $k_L^0$     | $\bar{k}_L^0$     | 497,7                | $5,2 \cdot 10^{-10}$                 | $k_L^0 \rightarrow \pi^0 + \pi^0$                |
| Ета     | $\eta^0$       | $\eta^0$    | 548,8             | $7 \cdot 10^{-19}$   | $\eta^0 \rightarrow \gamma + \gamma$ |  |
| Баріони | протон         | $p$         | $\bar{p}$         | 938,3                | Стаб.                                |  |
|         | нейтрон        | $n$         | $\bar{n}$         | 939,6                | 900                                  | $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}$              |
|         | лямбда         | $\Lambda^0$ | $\bar{\Lambda}^0$ | 1115                 | $2,6 \times 10^{-10}$                | $\Lambda^0 \rightarrow p + \pi^-$                |
|         |                | $\Sigma^+$  | $\bar{\Sigma}^-$  | 1899                 | $0,8 \times 10^{-10}$                | $\Sigma^+ \rightarrow n + \pi^+$                 |

|          |       |            |                   |      |                       |   |
|----------|-------|------------|-------------------|------|-----------------------|---|
| Гіперони | сігма | $\Sigma^0$ | $\bar{\Sigma}^0$  | 1192 | $6 \times 10^{-20}$   | $\Sigma^0 \rightarrow \Lambda^0 + \gamma$ |
|          |       | $\Sigma^-$ | $\bar{\Sigma}^+$  | 1197 | $0,8 \times 10^{-10}$ | $\Sigma^- \rightarrow n + \pi^-$          |
|          | ксі   | $\Xi^0$    | $\bar{\Xi}^0$     | 1315 | $2,9 \times 10^{-20}$ | $\Xi^0 \rightarrow \Lambda^0 + \pi^0$     |
|          |       | $\Xi^-$    | $\bar{\Lambda}^+$ | 1321 | $1,6 \times 10^{-10}$ | $\Xi^- \rightarrow \Lambda^0 + \pi^-$     |
|          | омега | $\Omega^-$ | $\bar{\Omega}^+$  | 1672 | $0,8 \times 10^{-10}$ | $\Omega^- \rightarrow \Xi^0 + \pi^-$      |

До визначення поняття симетрії підійдемо виходячи з таких міркувань: 1) дане поняття відноситься до всіх відомих атрибутів матерії, що відображають взаємні зв'язки між ними; 2) поняття ґрунтується на діалектиці співвідношення тотожності та відмінності, що існує як між атрибутами матерії, так і між їх станами і ознаками.

Наведемо приклади деяких видів симетрії та відповідних законів збереження рівнянь рух (ньютонівських, ейнштейнових, шредінґерових і діракових), яким відповідають фундаментальні закони. До фундаментальних видів просторово-часової (геометричної) симетрії збереження величин у фізичних системах належать такі:

1) симетрія перенесень в часі (відхилення моментів часу) породжує закон збереження енергії (прояв однорідності часу);

2) симетрія перенесень в просторі (відхилення початку координат з однієї точки в іншу) породжує закон збереження імпульсу (прояв однорідності простору);

3) симетрія поворотів або обертів в просторі породжує закон збереження моменту імпульсу (прояв ізотропності простору).

Дзеркальна симетрія діє в мікросвіті, має ліву та праву тотожність і породжує збереження деякої властивості, що отримала назву парність, яка приписується кожному мікрооб'єкту, наприклад так само, як електричний заряд.

Якщо в мікросвіті здійснювати операцію зарядового сполучення (тобто в думках замінити світ електронів на світ позитронів), то це теж не змінює законів природи. Два останні види симетрії – дзеркальне і зарядове сполучення – порушуються внаслідок слабких взаємодій, що обумовлюють розпад більшості мікрооб'єктів.

Обмеженість прояву симетрій пов'язана з їх ієрархією. Не аналізуючи всієї складності виникаючих ситуацій, лише вкажемо їх: при взаємоперетвореннях мікрооб'єктів зберігається електричний заряд; при сильних взаємодіях зберігається величина, що отримала назву для важких часток (баріонів) баріонний заряд, самі баріони, за винятком надстабільного протона, народжуються парами; подібний закон збереження діє і для лептонів (легких частинок); у ядрі атомів нейтрон і протон не розрізняються (але лише в ядрі), тобто є як би однією частинкоюю, ця симетрія має особливу назву – ізоотопна інваріантність.

Вся друга половина ХХ століття розвивалася в теоретичній фізиці під знаком так званої калібрувальної інваріантності, як особливого вигляду симетрії, яким володіє і електромагнітне поле та відповідні йому частинки – фотони. Суть калібрувальної інваріантності полягає в тому, що внаслідок взаємодії (електромагнітної, гравітаційної та ін.) частинки переносять цю взаємодію за допомогою деякого поля. Ця особливість взаємодії виявилася загальною та універсальною.

Отже, пошуки нових симетрій подарували нам «елементарні» зі всіх частинок – кварки та глюони, що є підставою появи нової фізики мікросвіту, заснованої на симетриях – квантової хромодинаміки.

**Висновок.** В результаті проведених досліджень та вище зазначеного констатуємо те, що доцільність підпорядкування змісту навчального матеріалу з фізики базується на фундаментальних поняттях, одним з яких є симетрія, яка розглядається в багатьох розділах фізики. Відповідно ознайомлення та вивчення студентами даного поняття сприятиме формуванню сучасного наукового мислення, а також забезпечуватиме систематизацію знань з фізики та формуванню наукового світогляду.

**Перспективи подальших досліджень** полягають в детальному аналізі поняття симетрії елементарних частинок та розробки методики вивчення фізики з використанням даного поняття.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Будний Б.Є. Теоретичні основи формування в учнів системи фундаментальних фізичних понять: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (фізика)» / Б.Є. Будний. – К., 1997. – 51 с.
2. Вигнер Е. Этюды о симметрии / Е. Вигнер. – М.: «МИР», 1971. – 318 с.
3. Ганиев Р.М. Групповая симметрия в множестве мировоззренческих высказываний / Роберт Маликович Ганиев. – Владикавказ: Северо-Осетинский гос. ун-т им. К.Л.Хетагурова, 2001. – 108 с.
4. Грин Б. Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории / Б. Грин. – М.: URSS; КомКнига, 2007. – 286 с.
5. Элиот Дж. Симметрия в физике / Дж. Элиот П. Добер; Соч. в 2-х т. – Т.1. – М.: Мир, 1983. – 364 с.

6. Илларионов С.В. Принципы симметрии в физике элементарных частиц /С.В. Илларионов, Е.А. Мамчур // Философские проблемы физики элементарных частиц (тридцать лет спустя) / Отв. ред. Ю.Б. Молчанов. – М. : РАН, 1994. – 217с. – С. 167-199.
7. Ковалев И.З. Учение о симметрии в курсе физики средней школы: автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. пед. наук : спец. 13.00.02 «Теория и методика обучения (физика)» / И.З. Ковалев. – К., 1976. – 24 с.
8. Компанеец А.С. Симметрия в микро- и макромире / Компанеец А.С. – М.: Наука, 1978. – 208 с.
9. Мултановский В.В. Курс теоретической физики / Мултановский В.В. – М. : Просвещение, 1988. – 304 с.
10. Робоча програма з дисципліни «Фізика» для курсантів за напрямком підготовки 6.07102 «Аеронавігація», професійного спрямування «Обслуговування повітряного руху». / Укладач: В.В. Фоменко. – Кіровоград: КІА НАУ, 2013. – 22 с.
11. Садовий М.І. Окремі питання сучасної та традиційної фізики: Навчальний посібник для студентів педагогічних навчальних закладів освіти. / М.І. Садовий, О.М. Трифонова – Кіровоград: Видавництво ПП «Каліч О.Г.», 2007. – 307 с.
12. Урманцев Ю.А. Симметрия природы и природа симметрии / Ю.А. Урманцев. – М.: Мысль, 1974. – 229 с.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Кузьменко Ольга Степанівна** – кандидат педагогічних наук доцент кафедри фізико-математичних дисциплін Кіровоградської льотної академії Національного авіаційного університету.

*Наукові інтереси:* методика навчання фізики в загальноосвітніх та вищих навчальних закладах.

УДК 378.091.33 – 027.22

## ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРАЦІ»

**Наталя Мироненко**

*В статті розглядається особливості організації самостійної роботи майбутніх вчителів технологій під час вивчення дисципліни «Основи сільськогосподарської праці». Визначається сутність поняття самостійної роботи та її види у системі вищої освіти. Пропонується варіант організації самостійної роботи студентів під час вивчення дисципліни «Основи сільськогосподарської праці».*

*Ключові слова:* самостійна робота, майбутні вчителі технологій, основи сільськогосподарської праці, науково-дослідне завдання.

**Постановка проблеми.** Ефективними шляхами підготовки майбутнього вчителя технологій відповідно до сучасної програми підготовки фахівців галузі «Технології» є формування у студентів усвідомленої потреби в постійному професійному самовдосконаленні, розвитку творчого потенціалу та професійного мислення, створенню умов для самостійного здобуття знань, умінь та навичок їх застосування на практиці. Цьому значною мірою сприяє ефективна самостійна робота, яка дає змогу студентам закріплювати здобуті знання та застосувати їх на практиці. Самостійна робота студентів потребує чітко спланованої організаційно-методичної роботи з боку викладача, який повинен не тільки вчасно надавати допомогу в розв'язанні поставлених студентам завдань, але і сприяти цілеспрямованому формуванню в них знань і умінь щодо її організації.

Самостійна робота студентів є невід'ємною частиною навчального процесу та одним із способів оволодіння навчальним матеріалом. Під час організації самостійної роботи зі студентами, в останніх засвоюється відповідна сума знань, умінь і навичок, розвиваються здібності, формується самостійність в навчанні. Самостійна робота потребує організації та контролю такої діяльності, методичного забезпечення, а також визначення ролі викладача в даному процесі. Під час організації самостійної роботи викладач повинен враховувати те, що не всі студенти можуть сконцентрувати свою увагу на заняттях, не вміють працювати самостійно, обирати з великої кількості матеріалу необхідні знання, згрупувати і узагальнювати їх. Самостійна робота студентів відбувається під постійним контролем викладача, який, в свою чергу, повинен застосовувати індивідуальний підхід до кожного студента та здійснювати ефективне керівництво даним видом діяльності майбутніх вчителів технологій. Викладачу необхідно планувати, організувати та контролювати знання студентів з тих питань, які виносились на самостійне опрацювання. Це дає змогу не тільки виявити рівень знань, а й проблемні питання, які потребують додаткового опрацювання. Контроль за самостійною роботою сприяє активізації роботи студента, підвищує його зацікавленість до навчального процесу. Мета контролю, як педагогічної системи, полягає в одержанні постійної інформації про те, як студенти засвоюють матеріал на всіх етапах навчального процесу.

**Аналіз актуальних досліджень.** Питання організації самостійної навчальної роботи у системі освіти постійно знаходяться в сфері інтересів дослідників. Вивчення спеціальних наукових робіт і