

# МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ВІДОМОСТЕЙ ПРО ЕЛЕМЕНТАРНІ ЧАСТИНКИ У КУРСІ ФІЗИКИ СТАРШОЇ ШКОЛИ

*Сергій ТЕРЕЩУК*

*У статті розкрито особливості методики формування навчально-пізнавальних компетенцій під час вивчення відомостей про елементарні частинки у курсі фізики 11 класу. Показано, що формування поняття “елементарна частинка” слід розпочинати не з формування означення (традиційна схема), а з постановки навчальної задачі, покликані формувати у старшокласників відповідні компетенції.*

*The article describes the features of the formation of educational methods and cognitive competencies while learning information about elementary particles in physics course 11 students. It is shown that the formation of the concept of "elementary particle" should not begin to form definition (traditional scheme), and the formulation of educational objectives, aimed at high school students to form the appropriate jurisdiction.*

Перед сучасною школою постають нові цілі — підготовка ініціативних і відповідальних особистостей, здатних самостійно здобувати знання, приймати фахові рішення, адаптуватись до умов життя в інформаційному і високотехнологічному суспільстві. Немає потреби доводити важливість знань, умінь, інтелектуального і духовного розвитку для кожної молодої людини, яка попри величезний інформаційний потік повинна критично мислити і повсякчас уміти аргументовано відстоювати власну позицію, зважено оцінювати інші думки і погляди. Одним із шляхів модернізації освіти, який дозволить вирішувати вказані вище завдання, є впровадження компетентнісного підходу, що передбачає формування в учнів готовності до застосування набутих знань, умінь і навичок в реальних умовах на практиці.

Відомості про природу елементарних частинок, їх взаємодію та взаємоперетворення, як правило, викликають у старшокласників підвищений інтерес, оскільки мова йде про сучасний стан розвитку фізичної науки. Успіхи квантової фізики завжди перебувають у центрі уваги інтелектуальної частини суспільства і це цілком природно, адже вони мають досить широкий спектр застосування — від надзвичайних властивостей речовини, отриманих через використання нанотехнологій, до відкриття і дослідження таємниць еволюції Всесвіту. Важливо побудувати вивчення матеріалу таким чином, щоб підтримати цей інтерес і спонукати учнів до засвоєння вказаних відомостей через активну діяльність. Це покращить формування у них відповідних навчально-пізнавальних компетентностей.

У фізиці мікросвіт умовно поділяють на три рівні, які характеризуються масштабом  $R$  та енергією  $E$ . Перший рівень — молекулярно-атомний, для якого  $R \sim 10^{-8} \dots 10^{-15}$  м,  $E \sim 1 \dots 10$  еВ; другий рівень відповідає ядерній взаємодії, для якої  $R \sim 10^{-14} \dots 10^{-15}$  м,  $E \sim 10^6 \dots 10^8$  еВ. На третьому рівні розташовані частинки, які не відносяться до молекул, атомів або ядер (за винятком ядра атома водню — протона). Ці частинки традиційно названі елементарними (або суб'ядерними). Які саме частинки відносити до класу елементарних, до певної міри визначається науковцями, що працюють в цій царині науки. Рівень елементарних частинок поділено на два під-рівні: адрони і фундаментальні частинки. Фундаментальні поділяють ще на три класи: лептони, кварки і переносники взаємодій [9, с.542-559].

Цілком природно, що з означенням цих частинок виникають методичні труднощі. У підручнику [7] елементарними частинками “...називають субатомні частинки (частинки, з яких складаються атоми) [7, с. 241]. У підручнику [3] спочатку викладено відомості про етапи розвитку фізики елементарних частинок і вказується, що існують безструктурні елементарні частинки (фундаментальні) і такі що мають структуру. Потім наводиться означення: “Елементарна частинка — збірний термін, що відноситься до мікрооб’єктів у суб’ядерному масштабі” [3, с.323]. У підручнику [1] означення даного поняття взагалі відсутнє (§59 “Елементарні частинки”, стор. 303-305).

У науково-методичній літературі [2 - 8], як правило, загострюється увага на необхідності формування змісту поняття “елементарна частинка”. Пропонується розпочинати формування

даного поняття з означення і з'ясувати, що слід розуміти під терміном “елементарна частинка” [2, с.142]. Натомість автори [8] пропонують зосередитись на узагальненні вже пройденого: “На даному етапі навчання задача полягає перш за все в тому, щоб повторити та узагальнити відомості про властивості вже вивчених елементарних частинок” [8, с. 311]. Остання теза цілком виправдана, проте існує набагато більше елементарних частинок, ніж ті, з якими учні вже ознайомлені (наприклад, античастинки). Можна вказати на ще одну, на наш погляд, важливу методичну особливість вивчення відомостей про мікрочастинки. Вивченню даної теми передують навчальний матеріал з квантової оптики і елементів квантової механіки, при вивченні якого в учнів формується поняття про дискретний характер випромінювання і поглинання енергії, про кванти світла та квантову теорію загалом, її значення в сучасній фізиці. Вивчається цілий ряд явищ і квантових механізмів, які пояснюються на основі квантової теорії (фотоефект, ефект Комптона, дослід Боте, квантові переходи тощо). В процесі вивчення цього навчального матеріалу вводиться поняття “фотон”. Інші частинки, якими необхідно “оперувати” для опису вказаних явищ і процесів, учням вже відомі з курсу фізики основної школи, курсу хімії та біології. Тому цілком закономірною є рекомендація спиратися на вже засвоєний учнями навчальний матеріал про мікрочастинки. Однак, аналіз навчального матеріалу на якому відбувається формування поняття “елементарна частинка” показує, що ці уявлення переважно класичні, оскільки відносяться до розділів фізики, де явища розглядаються на рівні класичних уявлень. Так, поняття електрона вперше вводиться у курсі природознавства, як складова атома, потім конкретизується у курсі хімії і фізики в основній школі (електричний струм, будова атома). Крім цього, для пояснення механізму протікання явищ фотоефекту, тиску світла, ефекту Комптона тощо почасти залучається класичний підхід при якому елементарні частинки розглядаються як сповна класичні. Нижче буде описано методичний підхід, який дозволяє подолати дане протиріччя.

Як вже відзначалося вище, у методичній літературі пропонується формування (або узагальнення) поняття “елементарна частинка” розпочати з уточнення його дефініції. Такий підхід є не зовсім ефективним, оскільки учні запам'ятовують чергове означення як догму без його практичного використання. Навчальний матеріал про елементарні частинки не містить формул або законів, правил, принципів, які б дозволяли широко використовувати розв'язування навчальних фізичних задач, посильних для учнів 11 класу. Традиційно у методиці існував підхід, який передбачав спочатку формування теоретичних знань, а потім їх закріплення на практиці — під час розв'язування задач, виконанні фронтальних лабораторних робіт, вивченні наступного нового навчального матеріалу тощо. Така послідовність відбувалась як в межах одного уроку чи системи уроків, так і на рівні програм при вивченні відповідних тем чи розділів. Передбачалося, що учні спочатку мають набути знань, а потім отримані знання використовуватимуть на практиці, хоча шкільний досвід свідчить, що насправді, до застосування знань, як правило, справа не доходила. Учні намагаються прозвітувати перед учителем про засвоєний матеріал, який у більшій частині швидко забувається. Після цього їм необхідно засвоїти нові знання і т.д. Опитування, проведені серед учителів, свідчать, що 75-80% усіх опитаних намагаються використати відведений час для повідомлення нових знань, натомість спираються на вже сформовані поняття фрагментарно, лише під час актуалізації навчального матеріалу (3-5 хв уроку) і трохи більше приділяють увагу закріпленню нового навчального матеріалу. За таких умов учень на занятті — пасивний слухач, який лише сприймає і запам'ятовує інформацію, щоб згодом відтворити її перед учителем. Для того аби організувати вивчення відомостей про елементарні частинки як активне навчання, пропонуємо розпочати не з уточнення означення, а з виокремлення суттєвих ознак поняття “елементарна частинка”. Для цього слід організувати дискусію і сформулювати перед учнями просте, на перший погляд, запитання: з чого складається тіло? Можливі відповіді учнів: з молекул, атомів, нуклонів і т.д. Учитель пояснює, що відповідь на це запитання залежить від того, яку конкретну задачу розв'язує дослідник. Для ілюстрації цієї тези (або щоб підвести учнів до її усвідомлення), можна вдаватися до методів інтерактивного навчання [6], організувавши дискусію між “хіміками”, “класичними фізиками” та “фізиками високих енергій”. Перша група дасть відповідь — із молекул і атомів, друга відповідь — із протонів, нейтронів і електронів, а представники

фізики високих енергій повідомлять сучасні уявлення — протони і нейтрони складаються із кварків. Чи означає це, що відповіді “хіміків” і “класичних фізиків” неправильні? Для того, аби з'ясувати хто ж зрештою правий, учитель організовує бесіду під час якої доводить до відома учнів наступне.

Відповідь на питання “з чого складається дане тіло?” визначається вибором структурної частинки макроскопічної системи. А це визначається тим, яку задачу слід розв'язати дослідникові. Нехай задача полягає в тому, що необхідно пояснити спостережуване явище. Вчені-фізики шукають пояснення певної властивості макроскопічного тіла за наступною логікою: з'ясовують з яких мікроскопічних частинок складається тіло, як рухаються частинки і досліджують, який конкретно рух частинок “відповідає” за явище чи процес, який слід пояснити. Для пояснення різних властивостей тіл, необхідно заглиблюватись на різний рівень будови речовини — про це знають і з цим погоджуються усі три групи учнів (фізики, хіміки і представники фізики високих енергій). Адже досліджувана властивість тіла диктує, наскільки глибоко слід проникати в структурну організацію матерії і тим самим визначає, які саме частинки у даній задачі можуть бути прийняті за структурні одиниці тіла. Виникає наступне питання: чи тотожні поняття “елементарна частинка” і “структурна одиниця тіла”? Для того аби відповісти на дане питання, варто згадати метод дослідження будови речовини, який самі науковці називають ще як “метод осколків”[4]. Учням нагадують дослід Резерфорда. Щоб дізнатися про складові певної частинки (наприклад, атома в досліді Резерфорда), її розбивають на “осколки”, бомбардуючи іншими частинками. Власне спосіб розбивання може бути яким завгодно. Проте, характер осколків залежить від того, наскільки значне зусилля було прикладене дослідником. Таким чином, поняття “структурна одиниця тіла” лише до певної міри співпадає із поняттям “елементарна частинка”, проте дані поняття нетотожні. Поняття “структурна одиниця” залежить від того, наскільки значне зусилля буде прикладене на розщеплення тіла або відповідної частинки на складові. Можна стверджувати більше — одна й та ж мікрочастинка за одних умов може бути структурною складовою матерії, а при інших умовах її не можна віднести до структурної одиниці. Останню тезу варто обґрунтувати на конкретних прикладах. Досліджується полікристал на певні властивості — міцність, пластичність, електропровідність, теплопровідність, температура плавлення. Для проведення таких досліджень достатньо знати, що полікристал має дрібнокристалічну структуру — складається із великої кількості дрібних хаотично розташованих кристалів — кристалітів (або кристалічних зерен) [9, с.476]. У даному випадку кристаліт — структурна одиниця полікристалу. Якщо дослідження буде вимагати відповіді на питання “яка природа спостережуваної електропровідності?”, то потрібно з'ясувати, з чого складається кристаліт. Якщо із нейтральних атомів, то даний кристал є напівпровідником, якщо ж з йонів — метал. Якщо досліджуваний кристал є металом, необхідно з'ясувати особливості будови його кристалічної ґратки: атом втратив  $Z$  валентних електронів тому йони у вузлах ґратки мають заряд  $+Ze$  і слугують для вільних електронів джерелом поля, під дією сил якого рухаються вільні електрони. Отже, у даному випадку структурні одиниці речовини — йони із зарядом  $+Ze$  і електрони, які покинули атоми.

Існують задачі, вивчення яких потребує глибшого занурення у структурну організацію матерії. Наприклад, якщо розглядати явище відбивання металами електромагнітних хвиль (у курсі фізики це явище розглядається лише як їх властивість, без з'ясування механізму його протікання), то слід врахувати наявність у металах вільних електронів. Якщо ж вивчати поглинання світла металами, наприклад, фотоефект, то слід врахувати будову атомів і з'ясувати в якому стані перебуває електрон. Тепер роль структурних одиниць відіграють усі вільні електрони (а не лише валентні) і ядра атомів. Зрештою, якщо досліджувати ядерні реакції, то ядра не можна вважати структурними одиницями. Такими будуть нуклони, що входять до складу ядер.

Отже, чи є частинка структурною одиницею залежить, по-перше, від властивостей речовини, які досліджуються і, по-друге, від того, наскільки дрібними виявляться осколки, на які розділяють речовину. Властивості, які необхідно дослідити, часто змушують дослідника визначати масштаб осколків. Іноді це вимагає значних енерговитрат. Чим менший масштаб розглядуваних деталей, тим більше значення енергій необхідно витратити (саме тому фізику

елементарних частинок називають ще фізикою високих енергій). Останнє твердження впливає із принципу невизначеностей: для виявлення деталей структури із розмірами порядку  $\Delta x$  потрібні зондуючі частинки з імпульсами  $p$ , не меншими  $\Delta p \approx \hbar / \Delta x$ . Наприклад, енергія 1000 ГеВ відповідає мінімальним відстаням  $10^{-19}$  м.

Завершити вивчення відомостей про елементарні частинки варто викладом навчального матеріалу про експериментальну перевірку положень фізики високих енергій. З цією метою учитель розповідав про Великий адронний колайдер (англ. Large Hadron Collider, скорочено LHC) і Tevatron.

Описана вище методика вивчення відомостей про елементарні частинки на уроках фізики в 11 класі, дозволяє формувати в учнів навчально-пізнавальні компетентності.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Бар'яхтар В.Г. Фізика. 11 клас. Академічний рівень. Профільний рівень: Підручник для загальноосвіт. навч. закл. / В.Г. Бар'яхтар, Ф.Я. Божинова, М.М. Кірюхін, О.О. Кірюхіна. - Х.: Видваництво "Ранок", 2011. - 320 с.
2. Бугайов О.І. Вивчення атомної та ядерної фізики в школі. Посібник для вчителів / О.І.Бугайов. - К.: Рад. школа, 1982. - 158 с.
3. Засекіна Т.М. Фізика: підруч. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл.: (академічний рівень, профільний рівень) / Т.М. Засекіна, Д.О. Засекін. - Харків: Сиція, 2011. - 336 с.
4. Каганов М. Об абстракции в физике / М.И.Каганов // Квант. - 2003. - №1. - С. 2-10.
5. Методика преподавания физики в 8-10 классах средней школы. Ч. 2 / В.П.Орехов, А.В.Усова, С.Е.Каменецкий и др., Под ред. В.П.Орехова, А.В.Усовой. - М.: Просвещение, 1980. - 351 с.
6. Пометун О.І. Енциклопедія інтерактивного навчання./О.І. Пометун - К., 2007. - 144 с.
7. Сиротюк В.Д. Фізика: підруч. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл.: (рівень стандарту) / В.Д. Сиротюк, В.І. Баштовий. - Харків: Синиця, 2011. - 304 с.
8. Теория и методика обучения физике в школе: Частные вопросы: Учеб. пособие для студ. пед. вузов / С.Е. Каменецкий, Н.С.Пурышева, Т.И.Носова и др.; Под ред. С.Е.Каменецкого. - М. «Академия», 2000. - 384 с.
9. Яворский Б.М. Справочник по физике / Б.М.Яворский, А.А.Детлаф. - М.: Наука, 1990. - 624 с.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Терещук Сергій Іванович** – докторант НПУ імені М.П.Драгоманова, м.Київ; доцент кафедри фізики і астрономії та методики їх викладання, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, м. Умань.

*Коло наукових інтересів:* методика вивчення квантової фізики у курсі старшої школи.

## КОМПЕТЕНТІСНИЙ ПІДХІД У ВИВЧЕННІ ПРИРОДНИЧО-НАУКОВИХ ДИСЦИПЛІН

**Ігор ТКАЧЕНКО**

*Проаналізовано взаємозв'язок природничо-наукових дисциплін у контексті формування професійних компетенцій майбутнього вчителя фізики і астрономії. Встановлено, що інтегральним показником досягнення якісно нового результату, який відповідає вимогам до сучасного вчителя, виступає оволодіння ним сукупністю універсальних і професійних компетенцій, завдяки інтегральному підходові до вивчення природничо-наукових дисциплін.*

*An intercommunication naturally scientific discipline in the context of forming of professional jurisdictions of future teacher of natural history is analyzed. It is set that by the integral index of achievement high-quality of new result, which answers requirements to the modern teacher, a capture comes forward by the aggregate of universal and professional jurisdictions them, due to the integral going near a study naturally scientific discipline.*

Трансформування системи вищої освіти актуалізує проблему оновлення, перегляду підходів, змісту, технологій підготовки спеціалістів для різних сфер діяльності. В якості одного з таких підходів пропонується використовувати компетентнісний підхід, який