

Еволюція поглядів на методику формування в учнів уявлень про електромагнітне поле

Олександр КОНОВАЛ, Юлія ЄЧКАЛО

Наукова розробка окремих питань методики викладання фізики фактично розпочалася в нашій країні в останній чверті XIX ст. [21] і продовжується й досі. Кожний розділ шкільного курсу фізики зазнав багатьох змін щодо змісту навчального матеріалу, порядку та форм його викладання, але найбільша кількість дискусій стосується методики викладання електромагнітних явищ.

У цій темі учні вперше ознайомлюються з властивостями нового для них виду матерії — поля. Формування поняття поля відіграє важливу роль у розвитку діалектико-матеріалістичного світогляду учнів [18]. Розуміння понять електричного, магнітного й електромагнітного полів є підґрунтям для успішного оволодіння учнями одним з фундаментальних розділів сучасної фізики, який багато в чому визначає науково-технічний прогрес.

Уже майже 70 років електромагнітні явища вивчаються на двох ступенях. Зупинимось докладніше на змінах, які вносилися до змісту навчального матеріалу на кожному ступені продовж останніх десятиліть.

Особливістю цієї теми на I ступені курсу фізики було й є те, що весь матеріал розглядається виключно на якісному рівні, не наводиться жодної (за винятком однієї) розрахункової формули. І все-таки якісне вивчення має значні можливості для розвитку теоретичного мислення і практичних навичок учнів, оскільки основною базою методики її викладання є фізичний експеримент. Простота дослідів дає

змогу учням спостерігати деякі явища в домашніх умовах, а також конструювати електромагнітні установки і прилади. Зміст теми нерозривно пов'язаний з багатьма прикладами застосування магнітного поля та магнітних пристроїв, завдяки чому вчитель може давати творчі завдання конструкторського характеру для розвитку винахідницьких здібностей учнів [18].

Нова на той час програма передбачала вивчення таких питань: магнітні поля прямого струму, колового струму, соленоїда, електромагніти та їх застосування, постійний магніт, магнітне поле Землі. Після цього вивчалися: сила, що діє на провідник зі струмом у магнітному полі, електродвигун постійного струму, явище електромагнітної індукції, генератор електричного струму. Така послідовність містить деякі зміни порівняно з викладом матеріалу в підручнику [19], де, зокрема, розглядалися будова і принцип дії трансформатора та наводилася (єдина!) формула для визначення коефіцієнта трансформації.

У посібнику [1] вказано на таке протиріччя: спочатку (за програмою) вивчається маг-

нітне поле струму, а потім — властивості постійних магнітів. Проте для вивчення магнітного поля доводиться користуватися магнітною стрілкою (дослід Ерстеда). На думку автора посібника [1], для усунення цього недоліку перед поясненням нового матеріалу треба з'ясувати, що учні знають про властивості магнітів, повторити означення магнітних полюсів та їх взаємодію, пригадати причину орієнтування магнітної стрілки. При цьому учнів слід попередити, що властивості магнітів ґрунтовно вивчатимуться пізніше.

Програмою [3] передбачене вивчення на I ступені таких основних питань: магнітне поле струму та дія магнітного поля на провідник зі струмом. Третє фундаментальне явище електромагнетизму — електромагнітна індукція вивчається на II ступені. Спосіб розв'язування вищезгаданої проблеми розроблений у посібнику [4], де пропонується спочатку вивчати магнітне поле постійних магнітів, оскільки магнітна взаємодія у свідомості учнів асоціюється саме із взаємодією постійних магнітів. Потім на основі досліду Ерстеда вивчати складніше для розуміння магнітне поле провідників зі струмом. Дослід Роуланда — Ейхенвальда дає змогу підкріпити основний висновок, що магнітне поле виникає саме навколо рухомих електричних зарядів. Гіпотеза Ампера розглядається як логічне продовження детального вивчення картини ліній магнітного поля, особливо кільця зі струмом і соленоїда. Така послідовність вивчення матеріалу дає змогу успішно узагальнити здобуті знання, побачити спільну природу різних джерел магнітного поля та усвідомити поняття магнітного поля.

У 1973 р. за новою програмою на II ступені курсу фізи-

ки передбачалося вивчення двох основних підрозділів теми: магнітного поля струмів та явища електромагнітної індукції [20]. Увесь матеріал першого підрозділу можна поділити на дві частини: перша — вивчення магнітного поля рухомих зарядів (струму) та його силової характеристики — вектора індукції магнітного поля; друга — вивчення сил, що діють на рухомі заряди (струм) у заданому магнітному полі (закон Ампера, сила Лоренца). Під час вивчення цього й наступного матеріалу про електромагнітну індукцію слід спиратися на перше і четверте рівняння Максвелла [7].

Автори посібника [6] зазначали, що незважаючи на позитивні зміни щодо цього питання, які знайшли відображення і в стабільному підручнику, і в новій програмі з фізики, у деяких питаннях (вивчення напруженості поля, взаємодії магнітних полів, Індукції тощо) методичні розробки і зміст підручника [5] потребували шс доопрацювання. Зокрема, потрібно було чіткіше висвітлити властивості магнітного поля та його характеристики, а також визначити послідовність вивчення різних питань цього розділу. Логічніше, на думку авторів посібника [6], спочатку ввести напруженість як основну характеристику магнітного поля струму, вивчити загальні закономірності взаємодії полів, а потім перейти до встановлення значення сили, з якою магнітне поле діє на електричний струм, ввести поняття індукції і т. д. У такий спосіб можна глибше розкрити фізичну суть індукції, а потім пояснити магнітні властивості речовин.

Дещо пізніше, зокрема в посібниках [2, 8], звертається увага на те, що в курсі фізики середньої школи постійні електричне й магнітне поля вивчаються в 9 класі незалежно одне від

одного. У 10 класі знання учнів доповнюються новими відомостями (йдеться про існування зв'язку між **постійними** електричним і магнітним полями). Учні ознайомлюються із сучасними уявленнями про електричне й магнітне поля як прояви єдиного електромагнітного поля, вивчають його властивості, прояв яких залежить від того, в якій системі відліку розглядаються електромагнітні процеси.

Здобуті учнями знання узагальнюються як з фізичного, так і з методологічного погляду задовго до ознайомлення їх з основами теорії відносності, що, зрозуміло, ускладнює процес навчання.

Таким чином, у процесі формування поняття електромагнітного поля (ЕМП), в чинних посібниках з електродинаміки та методиках вивчення електромагнетизму спочатку вивчаються електро- і магнітостатичні поля [10, 17] і «лише під час вивчення явища електромагнітної індукції виявляється зв'язок між магнітним та електричним полями» [11, 53].

По-перше, на нашу думку, останнє твердження не відповідає фізичній реальності. Взаємозв'язок електричного й магнітного полів, відносність поділу електромагнітного поля на електричне й магнітне достатньо повно (і не лише на якісному рівні) можуть бути описані під час вивчення ЕМП зарядженої частинки, яка рухається прямолінійно з довільною (за значенням) сталою швидкістю [13, 14].

По-друге, методичний недолік такого висновку полягає ще й у тому, що ілюстрація зв'язку між законами електродинаміки та спеціальною теорією відносності (СТВ) стає можливою (і до того ж тільки якісною) лише під час вивчення явища електромагнітної індукції. Кла-

сична електродинаміка є по суті релятивістською. А ігнорування пщ час вивчення електродинаміки такої фундаментальної фізичної теорії, як СТВ, є порушенням одного з принципів дидактики.

По-третє, у межах чинних методик не вдається довести формули перетворення векторів поля при переході від однієї системи відліку до іншої.

Наш досвід викладання електродинаміки показує, що незалежне одне від одного вивчення електро- і магнітостатичних полів призводить до стійких і неправильних уявлень про електричне й магнітне поля як окремих сутностей (видів матерії), аж ніяк не пов'язаних між собою та єдиним електромагнітним полем.

Найповнішу сукупність уявлень про єдине ЕМП та його властивості можна сформулювати (звичайно разом з поясненням загальноприйнятих якісних прикладів), розглядаючи обґрунтування формул перетворення компонент електромагнітного поля (ФПКЕП) та застосування їх для аналізу різноманітних електродинамічних задач.

Нами запропоновано два методи отримання ФПКЕП: а) метод, що ґрунтується на аналізі добре відомих учням експериментальних фактів (явище електромагнітної індукції, магнітне поле, що створюється рівномірно зарядженою ниткою, яка рухається вздовж своєї довжини і т. п.) з використанням принципів СТВ [15]; б) метод, що ґрунтується на детальному аналізі властивостей ЕМП зарядженої частинки (протона), яка рухається рівномірно і прямолінійно ($v < c$) [14, 16]. Останій органічно впливає з інноваційної методичної концепції вивчення електродинаміки на засадах СТВ [13].

Тобто із самого початку вивчення теми «Магнітне поле»

після формування поняття «магнітне поле» та розкриття релятивістської природи магнітного поля [13] можна показати, що електричне і магнітне поля зв'язані такими ФКЕП:

$$E_x = E'_x, E_y = \Gamma(E'_y + vB'_z),$$

$$E_z = \Gamma(E'_z - vB'_y), \quad (1)$$

$$B_x = B'_x, B_y = \Gamma\left(B'_y - \frac{v \cdot E'_z}{c^2}\right),$$

$$B_z = \Gamma\left(B'_z + \frac{vE'_y}{c^2}\right), \quad (2)$$

де

$$\Gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

Отже, методика викладання теми «Електромагнітне поле» знає постійного розвитку і подальше вдосконалення її, можливо, дасть змогу вчителям максимально наблизитися до ідеалу в навчальній роботі.

1. Білий М. С. Методика викладання фізики в VI і VII класах. — К.: Рад. шк., 1971. — 204 с.
2. Бугаєнко Г. О. Про електричне і магнітне поля як форми прояву єдиного електромагнітного поля: Удосконалення форм і методів вивчення фізики: 36. ст. // За ред. Є. В. Коршака. — К.: Рад. шк., 1982. — С. 79.
3. Бугайов О. І. та ін. Програми для загальноосвітніх навчальних за-

кладів: Фізика, 7—11 кл. — К.: Шк. світ, 2001. — 96 с.

4. Бурак В. І. Порівняння різних варіантів вивчення магнітних явищ у восьмих класах фізико-математичного профілю: Теорія та методика навч. мат., фізики, інф.: 36. наук, праць. — Кривий Ріг: Вид. відділ НМетАУ, 2002. — С. 46-51.

5. Буховцев Б. Б., Климонтович Ю. Л., Мякишев Г. Я. Фізика: Учеб. пособ. для 9 кл. сред. шк. — М.: Просвещение, 1974. — 271 с.

6. Бушок Г. Ф., Чухрій М. Ю. Вивчення магнітного поля в X класі: Методика викладання фізики: Респ. наук.-метод. зб. — К; Рад. шк., 1971. — С. 40.

7. Ванєєв А. А., Корж Є. Д., Орехов В. П. Викладання фізики в 9 класі: Посіб. для вчит. — К.: Рад. шк., 1981. — 114 с.

8. Вольштейн С. Л. Элементы Максвелловской электродинамики в школе. — Минск Нар. асвета, 1973. — 165 с.

9. Глазунов А. Т., Нурминский И. И., Пинский А. А. Методика преподавания физики в средней школе: Электродинамика нестационарных явлений. Квантовая физика: Пособие для учт. — М.: Просвещение, 1989. — 272 с.

10. Гончаренко С. У. Фізика, 11 кл.: Проб. навч. посіб. для ліцеїв та класів природ.-наук, профілю. — К.: Освіта, 1995. — 430 с.

11. Дідович М. М., Мощенко С. М. Систематизація знань учнів при формуванні поняття електромагнітного поля: Дидакт. пробл. фіз. освіти в Україні: Матеріали наук.-практ. конф. — Чернігів, 1998. — С. 53-57.

12. Каменецкий С. Е., Пустильник И. Г. Электродинамика в курсе физики средней школы: Пособие для учителей. — М.: Просвещение, 1978. — 127 с.

13. Коновал О. А. Особливості методики формування поняття «магнітне поле» // Фізика та астрономія в шк. — 2002. — № 3. — С. 24-26.

14. Коновал О. А. Приклади застосування формул перетворення компонент електромагнітного поля // Там само. — 2003. — № 6.

15. Коновал О. А. Формування уявлень про відносність та взаємозв'язок електричного та магнітного полів при вивченні електромагнетизму: Наук. зап. — Сер.: Пед. науки. — Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка. — 2003. — Вил. 51. — Част. I. — С. 135-141.

16. Коновал О. А., Рябонь Д. В. Відносність електричного і магнітного полів: Метод, аспекти: Теорія та методика навч. мат., фізики, інф.: 36. наук, праць; У 3 т. — Вип. 3. — Кривий Ріг: Вид. відділ НМетАУ, 2003. — Т. 2. — С. 154-167.

17. Коршак Є. В., Ляшенко О. І., Савченко В. Ф. Фізика, 10 кл.: Підруч. для серед. загальноосвіт. шк. — К.: Перун, 2000.

18. Методика преподавания физики в 7—8 классах средней школы: Пособ. для учителей / А. В. Усова, В. А. Орехов, С. Е. Каменецкий и др. / Под ред. А. В. Усовой. — М.: Просвещение, 1990. — 237 с.

19. Пьоришкін О. В. та ін. Фізика: Підруч. для VIII кл. / За ред. Є. Я. Мінченкова і О. В. Пьоришкіна. — К.: Рад. шк., 1966. — С. 97-160.

20. Розенберг М. Й. Методика навчання фізики в середній школі: Молекулярна фізика. Основи електродинаміки. — К.: Рад. шк., 1973. — 238 с.

21. Розенберг М. Й. Розвиток методики навчання фізики в УРСР // Методика викладання фізики: Респ. наук.-метод. зб. — К.: Рад. шк., 1967. — С. 3-18.

НАД ЦИМ ВАРТО ЗАМИСЛИТИСЬ... □ □ □ □ □ □ □ □

Праця Д. І. Менделєєва «Дослідження водних розчинів за питомою вагою», присвячена його матері Марії Дмитрівні (1887 р.).

«Це дослідження посвячується матері її останньою дитиною. Вона могла її виростити тільки своєю працею, вівши заводську справу; виховувала прикладом,

виправляла любов'ю і, щоб віддати науці, вивезла із Сибіру, витрачаючи останні кошти і сили. Вмираючи, заповідала: уникати латинського самообману, наполягати в праці, а не у словах, і терпляче шукати Божу чи наукову правду, бо розуміла... як багато ще потрібно знати і як за допомогою науки, без насилля, любовно, але твердо усува-

ються забобони і помилки, а досягаються: охорона здобутої істини, свобода дальшого розвитку, загальне благо і внутрішнє благополуччя. Заповіти матері вважає священними Д. Менделєєв».

З кн.: **О. Н. Писаржевський.** «Дмитрий Иванович Менделеев, его жизнь и деятельность». — М.: Гостехтеоретиздат, 1953.