

П.А. Вещицький, О.К. Ткаченко

**ФІЗИКА І СВІТОГЛЯД**

*Освітлюються питання формування у студентської молоді наукового світогляду в процесі вивчення курсу загальної фізики. Показано, на якому матеріалі з фізики розкриваються основні властивості простору і часу, зв'язок між ними і рухомою матерією.*

Формування наукового світогляду майбутніх учителів фізики і математики – завдання всього викладацького колективу факультету. Одні лише викладачі гуманітарних дисциплін і, зокрема, філософії як теоретичної основи світогляду не можуть справитись з цим завданням. Знання основних положень філософії не перетворюються у переконання майбутніх учителів, у їх власний метод мислення, поки ці знання не будуть приведені у дію стосовно спеціальності, якої вони набувають.

Формування у студентів світоглядних переконань у своїй сфері знань – одне з основних виховних завдань. Воно може бути розв'язане лише за участю викладачів спеціальних дисциплін.

Особливе значення у формуванні наукового світогляду майбутніх учителів фізики і математики, а також майбутніх спеціалістів технічних напрямків має вивчення у вузі курсу фізики як науки про будову матерії і найпростіші форми її руху. Фізика посідає центральне місце серед інших природничих наук і найтісніше зв'язана з філософією. Вивчення фізики значною мірою сприяє вихованню переконань наукового світогляду, усвідомленню людиною навколишнього світу, свого місця в ньому, свого ставлення і відношення до цього світу та до себе, своїх претензій і намірів щодо світу та шляхів реалізації цих намірів.

Фізика була і залишається ареною жорстких суперечок між різними напрямками в філософії. Закони динаміки, закон збереження і перетворення енергії, молекулярно-кінетична та електронна теорії, радіоактивність і будова атома, теорія відносності та квантова фізика були і залишаються найважливішими об'єктами цих суперечок. Правильні висновки при вивченні цих питань у вузі відіграють величезну роль у формуванні наукового світогляду майбутніх спеціалістів.

Вихідним положенням при формуванні наукового світогляду студентів при вивченні курсу фізики має бути те, що закони руху матерії існують у природі і нема потреби їх вносити ззовні, їх треба розкривати.

Починаючи з першого заняття і протягом вивчення всього курсу фізики, викладач має можливість розкривати на багатому матеріалі фізики ідеї матеріальності світу, взаємозв'язку явищ природи, зміни і розвитку навколишньої дійсності тощо. Це не тільки знайомить студентів з основними рисами наукового світогляду, але й дає можливість переконатись в їх істинності на конкретному матеріалі. Використання фізичного експерименту дає змогу підходити до явищ природи з кількісною мірою, чого не дає можливості зробити жодна інша навчальна дисципліна.

З точки зору наукового світогляду різноманітні явища у світі є різними видами рухомої матерії. Під матерією розуміється все те, що реально існує поза нашою свідомістю і що може сприйматися нашими органами чуття безпосередньо чи за допомогою приладів. З усіх форм рухів матерії фізика вивчає найпростіші та найзагальніші. До них відносяться механічні, молекулярно-кінетичні, внутрішньо-атомні і внутрішньо-ядерні, електромагнітні та гравітаційні форми руху. Так, загальні властивості матерії у фізиці, наприклад, виражаються законом всесвітнього тяжіння, законом інерції, законом збереження енергії та іншими. Цим законам підлягають усі відомі фізичні, хімічні й біологічні процеси.

Рухома матерія не може рухатись інакше, ніж у просторі і часі.

Стосовно фізики це означає, що всі фізичні явища і процеси протікають у просторі і часі, що пояснити і зрозуміти природні процеси без наукового розуміння простору і часу неможливо. Від правильного розуміння простору і часу значною мірою залежить світогляд людини, розуміння нею оточуючого світу. Вивчення курсу фізики у вузі дає всі необхідні можливості для формування у студентів наукових уявлень про простір і час.

Ще до вивчення систематичного курсу фізики студенти повсякденно стикаються з термінами простір і час і звикають вважати їх чимось інтуїтивно зрозумілим. Проте тільки на перший погляд ці поняття дуже прості, насправді вони неймовірно складні. Тому й формувати ці поняття

потрібно поступово, протягом вивчення всього курсу фізики, переходячи від з'ясування найпростіших властивостей простору і часу до складніших.

Існування тіл у просторі означає, що кожне з них має певні розміри і форму, посідає цілком певне місце відносно інших тіл. Кожне з них має три виміри – довжину, ширину і висоту. Це свідчить про тримірність простору. Під час руху тіло змінює своє положення відносно інших тіл, проходить при цьому цілком певний шлях. Отже, і рух тіл відбувається у просторі.

Поруч з протяжністю фізичні процеси характеризуються тривалістю існування, послідовністю стадій розвитку. Різні явища відбуваються або одночасно, або одне з них раніше іншого чи пізніше. Це й означає, що матеріальні тіла існують і рухаються в часі.

Положення тіла у просторі можна визначити лише відносно якогось іншого тіла. Його називають тілом відліку. Така властивість простору, яка характеризує положення тіл, немислима без самих матеріальних тіл. Рух тіла безвідносно до інших тіл теж немислимий. Усякий матеріальний процес протікає не миттєво, а характеризується цілком певною тривалістю, тобто протікає в часі. Це свідчить про те, що простір і час нерозривно зв'язані з рухом матерії.

На жаль, ідея протікання фізичних процесів у просторі і часі підкреслюється у більшості випадків лише при розгляді відносності механічного руху, а далі забувається. Вона ж повинна підкреслюватись при розгляді рівномірних і нерівномірних рухів, інерціальних і неінерціальних систем відліку, законів Ньютона, принципу відносності Галілея і т. д. Не менші можливості для з'ясування нерозривного зв'язку простору і часу з рухом матерії дає вивчення складніших фізичних форм руху (теплової, електромагнітної, внутріатомної, внутріядерної та ін.).

Той факт, що простір і час нерозривно зв'язані з рухомою матерією, проявляється в тому, що в будь-який фізичний закон в явній чи неявній формі входять просторові та часові характеристики. Це слід підкреслювати студентам, починаючи з закону рівномірного руху  $s = vt$  і кінчаючи законами теорії відносності.

Така систематична робота застереже студентів від субстанційного розуміння простору і часу. Згідно з субстанційною концепцією, простір і час розуміються як незалежно існуючі поруч з матерією, як її порожні містилища. Простір – це чиста протяжність, а час – чиста тривалість, в якій ніби занурені матеріальні тіла. Субстанційний погляд на простір і час одним з перших висловив Демокрит. Свое завершення субстанційна концепція простору і часу отримала у класичній механіці і, зокрема, у Ньютона.

Майже ніхто із вступників до вузу не може відповісти на запитання: на якій підставі за тіло відліку вибирають довільне тіло, або чому за початок відліку часу вибирають довільний момент часу. Виявляється, що абсолютна більшість випускників середніх шкіл не чула про однорідність простору і часу.

Однорідність простору і часу означає рівноправність всіх його точок, відсутність будь-яких особливих точок. Тому байдуже, з яким саме тілом зв'язується інерціальна система відліку. Однорідністю простору пояснюється однакоє протікання фізичних процесів при однакових умовах в усіх точках простору. Завдяки однорідності простору всі закони фізики мають місце на всій земній кулі.

Однорідність часу означає рівноправність всіх його моментів. Протікання часу саме по собі не впливає на протікання природних процесів. Закони фізики, хімії, біології та інших наук, відкриті вченими багато років тому, мають місце і тепер.

Ізотропність простору означає рівноправність всіх можливих напрямків. Жоден з напрямків у просторі не має переваг над іншими. Світло від джерела поширюється в усіх напрямках за одними і тими ж законами. Під дією однакових сил тіла різних мас отримують однакоє прискорення незалежно від напрямку дії цих сил. На відміну від простору час ізотропний. Він протікає лише в одному напрямі від минулого до майбутнього.

Однорідність та ізотропність простору й однорідність часу лежать в основі класичного принципу відносності Галілея і в основі спеціальної теорії відносності.

Розуміння простору і часу класичною механікою повністю виражається перетвореннями Галілея. З них випливає, що просторова координата  $x'$  у рухомій системі залежить як від просторової  $x$ , так і від часової  $t$  координати в нерухомій системі  $x' = x - vt$ . Часова ж координата  $t'$  в рухомій системі залежить тільки від часової координати  $t$  в нерухомій системі і зовсім не зв'язана з просторовими  $t' = t$ . Таким чином, час у класичній механіці розглядається абсолютно незалежно від простору.

З перетворень Галілея випливає абсолютний характер довжин і проміжків часу. Проміжки часу і довжини не залежать одне від одного і від системи відліку. Це ньютонівський абсолютний простір і ньютонівський абсолютний час. Класична механіка розглядає швидкості малі, порів-

няно із швидкістю світла. При таких малих швидкостях проявляються лише зовнішні, найпростіші властивості простору та часу, і не проявляється ні зв'язок простору і часу з рухом матерії, ні зв'язок між простором і часом. Тому й було зроблено висновок про абсолютний простір і абсолютний час. В цьому обмеженість класичної механіки. Знімає цю обмеженість спеціальна теорія відносності.

Ідея єдності простору і часу з рухомою матерією в спеціальній теорії відносності виступає найчіткіше. Теорія Ейнштейна розкрила конкретні зв'язки простору і часу з рухомою матерією і першого з другим, виразивши ці зв'язки строго математично певними законами.

Математичним оператором теорії відносності служать перетворення Лоренца, у які просторові і часові координати входять на рівних правах. Просторова  $x'$  і часова  $t'$  координати у рухомій системі залежать і від просторової  $x$ , і від часової  $t$  координат в нерухомій системі:

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad (1)$$

$$t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \quad (2)$$

Цим самим стверджується нерозривний зв'язок простору і часу.

З перетворень Лоренца і з відносності поняття одночасності впливає відносність довжин і проміжків часу. На відміну від класичної механіки у спеціальній теорії відносності довжини і проміжки часу втрачають свій абсолютний характер. Довжина і проміжок часу. На відміну від класичної механіки у спеціальній теорії відносності довжини і проміжки часу втрачають свій абсолютний характер. Довжина і проміжок часу перестають характеризувати лише самі матеріальні тіла, вони стають відносними величинами і характеризують відношення матеріальних об'єктів.

Щоб полегшити студентам зрозуміти відносний характер простору і часу, необхідно виконати певну попередню роботу. Відносність ряду величин не таке вже рідкісне явище як у фізиці, так і в повсякденному житті. До з'ясування відносності простору і часу у попередніх розділах фізики повинна бути з'ясована відносність руху і спокою, переміщення і траєкторії, рівномірного і прямолінійного руху, швидкості і т. д. Така пропедевтика значною мірою застереже студентів від динамічної концепції розуміння кінематичних релятивістських ефектів скорочення довжини і сповільнення часу.

Суть цієї концепції, висунутої Лоренцом і Фіджеральдом ще до виникнення теорії відносності, полягає в тому, що всі тіла в напрямі свого руху скорочуються за формулою:

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}. \quad (3)$$

Таке скорочення викликане дією певних сил на тіло і аналогічне до зміни розмірів тіл при нагріванні або при деформаціях. Згідно з динамічною концепцією у формулі (3)  $l_0$  – абсолютна довжина тіла.

Динамічне тлумачення релятивістських ефектів носить механістичний характер, бо зв'язане з абсолютним простором і намагається зберегти абсолютну довжину.

Насправді ж релятивістська формула (3) стверджує, що всяке тіло, як би швидко воно не рухалось відносно деякої системи відліку, в нерухомій відносно нього системі буде мати одну і ту ж довжину  $l_0$ . Ця довжина  $l_0$  називається власною довжиною тіла. Спеціальна теорія відносності стверджує, що скорочення довжини і сповільнення часу реальні, але відносні ефекти. Скорочення довжини і сповільнення часу залежать від швидкості взаємного руху інерціальних систем. В одній і тій же системі час по-різному тече відносно цієї ж системи і системи, яка рухається відносно першої прямолінійно і рівномірно. У кожній системі свій час. Скільки існує інерціальних систем, стільки ж існує довжин одного і того ж тіла. Безглуздо ставити запитання,

у якій системі відліку час тече по-справжньому, або у якій системі тіло має справжню довжину. З точки зору спеціальної теорії відносності всі інерціальні системи рівноправні. Довжина виражає відношення тіла до системи відліку і має зміст по відношенню до конкретної системи. Так само проміжок часу не є характеристикою подій самих по собі, а виражає їх відношення до системи відліку і тільки в ній має зміст.

У загальній теорії відносності встановлюється ще глибший, ніж у спеціальній, зв'язок між матерією та простором і часом. Загальна теорія відносності стверджує, що простір є Евклідовим лише при відсутності мас. Наявність мас призводить до зміни простору і часу. Простір набуває кривизни. Чим більші маси тіл, тим більша кривизна простору. Рух тіла по інерції у такому просторі відбувається не по прямій, як у просторі Евкліда, а по деякій кривій. В області дії мас (інакше кажучи, в полі тяжіння) змінюється і ритм часу. Чим сильніше поле тяжіння (чим більші маси тіл), тим повільніше тече час.

Фізика у вузах починає вивчатись раніше, ніж курс філософії – теорії наукового світогляду. У зв'язку з цим і робота викладачів фізики, яка спрямована на формування наукового світогляду студентів, до вивчення філософії і після її вивчення має бути іншою. На першому етапі завдання викладача фізики полягає в тому, щоб на матеріалі свого предмета виявляти факти прояву закономірностей наукового світогляду в різних фізичних явищах з тим, щоб з цих фактів випливали як логічний висновок основні ідеї наукового світогляду. На другому етапі завдання викладачів фізики полягає в тому, щоб на матеріалі фізики підтверджувати основні положення філософії про науковий світогляд.

У формуванні світогляду студентів надзвичайно важливу роль відіграють викладачі, їх свідомий планомірний вплив на студентів. Про формування у студентів даного світогляду мова може йти лише тоді, коли сам викладач стоїть на позиціях цього ж світогляду.

Однак формування переконань у студентів залежить не тільки від впливу викладачів, але і від ступеня активності самих студентів. Тому не можна формувати наукового світогляду, не впливаючи одночасно й систематично як на мислення, так і на почуття та волю студентів. Інакше студенти тільки ознайомляться з світоглядом, але не будуть переконані в його істинності й необхідності.

**ВЕЩИЦЬКИЙ** Панас Анатолійович – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізики Житомирського державного педагогічного інституту ім. І.Франка.

Наукові інтереси:

- теорія і методика викладання фізики.

**ТКАЧЕНКО** Олександр Кирилович – кандидат фізико-математичних наук, завідувач кафедри фізики Житомирського державного педагогічного інституту ім. І.Франка.

Наукові інтереси:

- теорія і методика викладання фізики.