

Д. С. Лазаренко, М. І. Садовий

Кіровоградський державний педагогічний університет

ВИКОРИСТАННЯ ІСТОРИЧНОГО МАТЕРІАЛУ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ЗАКОНІВ ІСААКА НЬЮТОНА

У статті розглянуто особливості історизму, шляхи та форми його використання, а також значення історизму при викладанні фізики. Ця методика розкрита на прикладі узагальненого матеріалу про історію відкриття законів Ньютона – основних законів динаміки.

Ключові слова: фізика, культурно-історичний матеріал, творча діяльність, І. Ньютон, закони динаміки, історизм, фізична революція, педагогічний процес.

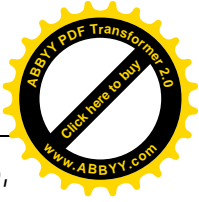
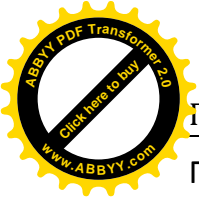
Постановка проблеми. Учні загальноосвітньої школи, вивчаючи фізику, опановують історію здобуття людиною знань про природу, закони її існування та способи використання цих знань у процесі розвитку науки і культури нашої цивілізації. Тому культурно-історична складова виконує велику роль не лише у вихованні молодого покоління, а є тією важливою ланкою змісту фізичної освіти, за допомогою якої суспільство, школа, вчителі передають майбутньому поколінню культурно-науковий досвід, накопичений людством за весь час його еволюції. З іншого боку, культурно-історична складова змісту фізичної освіти здійснює змістовні зв'язки між загальнонауковими знаннями, інформаційною культурою і знаннями культурно-історичної спрямованості – знаннями про науку, культуру і суспільство. Використання величезного культурно-історичного і наукового потенціалу фізичної науки допомагає вчителю досягти навчальних, виховних і розвивальних цілей освіти на всіх етапах навчання.

Традиційно наукові знання культурно-історичної спрямованості використовуються вчителем фізики при вивченні нового матеріалу, демонстрації фізичних дослідів, виконанні лабораторних і практичних робіт, розв'язуванні і складанні задач або завдань для самостійної пізнавально-пошукової роботи учнів – написання рефератів, виконання проектів і т.д., а можна їх використовувати у процесі навчання учнів загальноосвітньої школи, яскраво демонструючи вплив історії науки на її розвиток.

Історія фізики не лише є цікавою, а й наближає школярів до пізнання тих соціокультурних процесів, які «керували» спрямованою діяльністю вчених – фізиків, математиків та інженерів, до розуміння історичної значущості фізичного знання.

Культурно-історичний матеріал відновлює позитивний емоційний стан учнів, який призводить до зникнення психологічного бар'єра перед науковим знанням – складним і невідомим [11].

Аналіз актуальних досліджень. Використанню культурно-історичної компоненти в змісті навчання фізики багато приділяють уваги сучасні методисти:



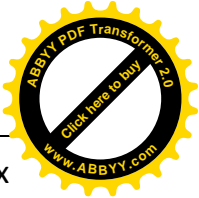
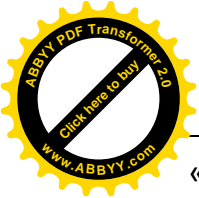
П. С. Атаманчук, О. І. Бугайов, М. В. Головка, С. У. Гончаренко, В. Р. Ільченко, Л. О. Клименко, Є. В. Коршак, О. І. Ляшенко, М. Т. Мартинюк, В. М. Мощанський, А. І. Павленко, Т. М. Попова, М. І. Садовий, М. І. Шут та ін.). У своїх працях вони приділяють багато уваги знанням культурно-історичної значущості та зауважують на те, що звертання до історії науки показує учневі, який важкий і тривалий шлях ученого до істини, що сьогодні формулюється у вигляді короткого рівняння або закону. Дійсний інтерес до науки прищеплює учням сама наука всім своїм попереднім досвідом, своєю хвилюючою історією, своїм майбутнім. Велику нішу становлять біографії великих учених і історія значних наукових відкриттів. Уміле знайомство школярів з історією науки піднімає в їхніх очах авторитет предмета, збуджує в них бажання самим робити відкриття [6, 14]. Тому дуже важливим для процесу становлення особистості є ознайомлення і аналіз науково-творчої діяльності видатних учених, які творили у свої епохи, вивчення культурно-історичних обставин, що попереджали їхні відкриття.

Мета статті – показати, як життєва і творча діяльність видатного вченого-фізика Ісаака Ньютона впливала на розвиток науки, культури, як його відкриття вплинули на подальший розвиток техніки та історії людської цивілізації, а отже, як учитель фізики може використовувати науково-культурну інформацію в процесі формування в учнів інтересу до вивчення фізики та підвищення ефективності навчання та виховання.

Виклад основного матеріалу. Три закони динаміки, що склали фундамент класичної механіки, були сформульовані англійським фізиком Ісааком Ньютоном (1643–1727 рр.) в книзі «Математичні початки натуральної філософії».

І. Ньютон народився 4 січня 1643 р. в м. Вулсторт у сім'ї небагатого фермера. В 12 років його віддали до школи. Спочатку він не відрізнявся успіхами в навчанні, але потім дуже зацікавився математикою. Коли через рік занять внаслідок матеріальної скрути його забрали додому, щоб привчити до господарства, Ньютон виявив таку байдужість і нездібність до подібного роду занять, що в 1660 р. знову повернули до школи. В 1661 р. І. Ньютон його прийняли в один з коледжів Кембріджського університету. В коледжі з Ньютон був незадоволений офіційними навчальними підручниками, які здавались йому дуже тривіальними. Він починає самостійно вивчати «Геометрію» Декарта, «Арифметику нескінченного» Уолліса та «Оптику» Кеплера.

У 1665 р. І. Ньютон одержує степінь бакалавра, а потім магістра. В 1669 р. займає фізико-математичну кафедру Кембріджського університету. В ці ж роки Ньютон починає свої наукові дослідження. Період 60-70-х рр. був найбільш плідним у діяльності вченого. До того часу відносяться його фундаментальні відкриття в сфері математики, механіки та оптики (1666 р. – відкрив явище дисперсії, відбиваючий телескоп; 1675 р. – відкрив явище, яке носить назву



«кільця Ньютона», був близьким до відкриття поляризації, одним з перших висловив думку про механічну природу тепла, дав теорію фігури Землі, правильно вказавши, що вона повинна бути стиснутою біля полюсів...) [8].

Великі заслуги І. Ньютона перед людством були визнані його сучасниками. В 1672 р. Ньютона вибрали членом Лондонської королівської спілки, а з 1703 р. і до кінця життя він був незмінним її президентом. Крім того, він був іноземним членом Паризької Академії наук (з 1699 р.).

Після політичного заколоту 1688 р. в Англії І. Ньютона обрали членом парламенту від університету і обіймав він цю посаду протягом року.

У 1696 р. його призначили хранителем Монетного двору в Лондоні.

З наукових досліджень Ньютона в цей останній період його життя варто відзначити захоплення теплофізикою, зокрема відкриття закону охолодження тіл (1705 р.). В основному ж він займався виданням раніше написаних творів.

Ісаак Ньютон помер 31 березня 1727 р. в Кенсінгтоні (зараз частина Лондона) і був похований у Вестмінському абатстві – пантеоні великих людей Англії [12, 199].

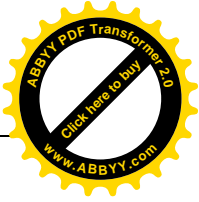
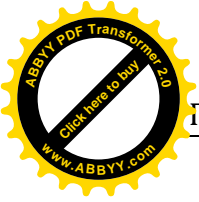
Вчений своїми працями завершив важливий період в історії розвитку сучасного природознавства, розпочатий Галілеєм, – період створення класичної механіки. Він відкрив основні закони механічної взаємодії тіл не лише на Землі, але і в оточуючому нас Всесвіті і тим самим заклав основи небесної механіки. Виключно великим вкладом у науку стали оптичні відкриття Ньютона, який одним з перших почав дослідження в галузі фізичної оптики. Нарешті, завдяки геніальним математичним відкриттям Ньютона і Лейбніца, фізика була озброєна таким міцним апаратом дослідження, як диференціальне та інтегральне числення.

Авторитет І. Ньютона як вченого і за життя, і після його смерті був величезним. У математиці виникла школа Ньютона. В фізиці – механіці, оптиці та інших її сферах – більше століття панував напрям, відомий як ньютонівський.

Сам Ньютон говорив про свої відкриття: «Якщо я бачив далі, ніж інші, то тому, що стояв на плечах гігантів» [3]. Дійсно, великі відкриття Ньютона були підготовлені діяльністю низки видатних вчених.

І. Ньютон не надавав своїм відкриттям великого значення всеохоплюючих, все пояснюючих законів. Вважаючи процес пізнання нескінченним, він говорив незадовго до своєї смерті: «Не знаю, чим я можу здаватися світу, але сам собі я здаюся лише хлопчиком, який грається на березі моря, розважається тим, що іноді відшукує камінець більш яскравий, кольоровий, ніж звичайно, або красиву черепашку, в той час, коли великий океан істини розстеляється переді мною недослідженим» [5].

В формулюваннях Ньютона закони динаміки, чи, як їх називав сам автор, аксіоми руху виглядають так:



Перший закон.

Будь-яке тіло упирається в збереженні стану спокою або незмінного по напрямку руху, поки і оскільки прикладені сили не змінять цей стан.

У цьому законі відображена важлива властивість тіл – інертність: поки на тіло не діють зовнішні сили, воно рухається весь час в одному і тому ж напрямку з незмінною (сталою) швидкістю.

Цей закон пов'язаний із законом незалежності дії сил, який був сформульований до Ньютона Галілеєм. Якщо на тіло, що рухається під дією деякої сили, подіє нова сила, то новий рух буде складатися з попереднього та з того руху, який одержало б тіло під дією нової сили, перебуваючи у стані спокою.

Поєднання законів Ньютона і Галілея важливе для розуміння суті того, що ми називаємо інертністю. Адже в оточуючому світі на тіла завжди діють зовнішні сили. Реальна лише ситуація, при якій сили зрівноважені. Інертність проявляється в тому, що якби тіло рухалося в якому-небудь напрямку зі швидкістю \vec{v}_1 , і нова сила надає йому швидкість \vec{v}_2 в іншому напрямку, то новий рух буде відбуватися зі швидкістю $\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$.

Якщо з'явиться ще одна сила, яка надасть йому швидкість \vec{v}_3 , то вона просто додається до суми, не змінюючи попередніх величин. Це один з виразів загального принципу суперпозиції, який стосується і сил, і результатів їх дій.

Другий закон.

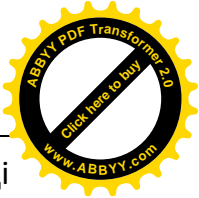
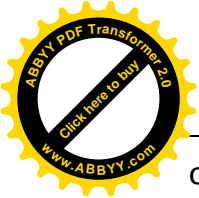
Зміна кількості руху пропорційна прикладеній рушійній силі і відбувається в тому ж напрямку, в якому ця сила діє.

В математичній формі цей закон виражається так: $\Delta(m\vec{v}) = \vec{F}\Delta t$. Ньютон в цьому законі розглядає добуток маси на прискорення як особливу механічну величину – кількість руху (імпульс) і ефект дії сили оцінює саме за зміною цієї величини.

С. І. Вавілов у книзі «Ісак Ньютон» зазначав, що в такій формі другий закон може застосовуватися і в релятивістській динаміці. Лише в окремому випадку, коли маса тіла не залежить від швидкості і не змінюється з часом, ми можемо записати $m\Delta\vec{v} = \vec{F}\Delta t$ і, поділивши обидві частини рівності на Δt , перейти до окремої власної форми закону: $m\vec{a} = \vec{F}$.

Ньютонівська форма другого закону динаміки застосовна і на практиці. Наприклад, всі механічні ефекти в гідро- та аеродинаміці оцінюються саме за зміною кількості руху. Під час виведення основного рівняння молекулярно-кінетичної теорії в основу покладають закон в ньютонівській формі.

У цьому одне з відображень дивовижної прозорливості Ньютона, яку підкреслював С. І. Вавілов. Ньютонівська форма другого закону має



один особливо важливий дидактичний аспект. Написавши закон у вигляді

$$\vec{F} = \frac{\Delta(m\vec{v})}{\Delta t}$$

, ми приходимо до простого трактування важкого поняття сили. Можна стверджувати, що сила – причина зміни кількості руху тіла і пов'язана завжди із взаємодією тіла, що рухається, з іншими тілами при зіткненні чи на відстані. Сила є мірою цієї взаємодії.

Далі відкривається зв'язок першого і другого законів динаміки і встановлюється міра тієї властивості, яку ми називаємо інерцією. Із другого закону в ньютонівській формі випливає, що при $\vec{F} = 0$, $m\vec{v} = const$, тобто ми приходимо до першого закону. Змінити стан руху тіла при даній масі тим важче, чим більший його імпульс. Цьому є багато життєвих ілюстрацій.

Загальність формулювання другого закону динаміки підкреслюється ще одним фактом. У зв'язку з розвитком ракетної техніки виникла проблема розв'язання задач, пов'язаних з рухом тіл змінної маси. Власна форма закону $m\vec{a} = \vec{F}$ не давала навіть поставити задачу.

Вперше почав вирішення проблем механіки тіл змінної маси професор Петербурзького політехнічного інституту Іван Всеволодович Мещерський (1859–1935 рр.). Він виходив саме з ньютонівської форми

закону $\frac{d(M\vec{v})}{dt} = \vec{F}$, де $M = f(t)$.

Третій закон.

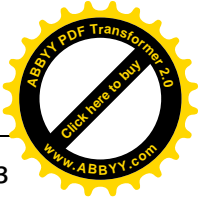
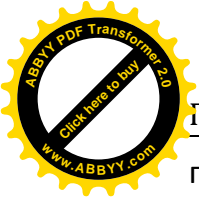
Дії завжди є рівна і протилежна протидія, інакше взаємодії тіл одне на інше між собою рівні і спрямовані у протилежні сторони.

Цей закон погано розуміли з часів його появи в «Початках». Особливо важким був його додаток у випадку взаємодії тіл на відстані.

Пояснюючи закон в листах до друзів і відповідях опонентам, Ньютон підкреслював необхідність спільного розгляду з I та II законами. В листі до редактора «Початків» Р. Котсу він писав: «Якби деяке тіло могло притягувати інше, розташоване поблизу нього, але не притягувалося саме з такою ж силою з цим останнім, то тіло притягуючи менш сильно, погнало б інше перед собою (відповідно до II закону), і обидва вони б почали рухатись з прискоренням до нескінченності, що протирічить I закону» [2].

Якщо у цьому міркуванні вказаними тілами будуть Земля і Місяць або Земля і Сонце, то можна побачити, що невиконання законів динаміки призведе до руйнування Сонячної системи.

Від сили тяжіння Ньютон переходить до магнітної сили. Він описує дослід, який він придумав і відтворив. У двох стичних посудинах з водою плавають пробки. На одну з них кладуть полосовий магніт, на іншу – рівної маси залізму



пластинку. Якщо б тільки притягував залізо, – міркував Ньютон, то пробка з магнітом залишилась би на місці, а залізна пластина поплила до нього. Однак дослід довів, що обидві пробки з вантажами пливуть назустріч одна одній, і, якщо маси їх рівні, то сили притягання надають їм однакових прискорень.

Цей дослід Ньютона і його міркування про взаємодію, на жаль, забуті. Їх варто було б широко використовувати у шкільному курсі.

С. І. Вавілов писав: «На стінах фізичних аудиторій вищих навчальних закладів справедливо висять відомі «Аксіоми або закони руху» Ньютона поряд з періодичною системою елементів. Ці закони зовсім не історична пам'ятка або прикраса аудиторії; це фундамент того, що повинен засвоїти студент в галузі фізики, схема розв'язання всіх фізичних і механічних задач у наш час.

Добре відомо, що нова фізика в теорії відносності і квантовій механіці пішла по дорозі, що не була передбачена класикою Ньютона. Змінилися фізичні уявлення про простір, час, масу, дію... Але фізична революція не знищила ньютонівську механіку, вона лише надбудувала, перетворивши закони Ньютона із загальних в граничні, справедливі для порівняно невеликих швидкостей і великих об'ємів. І для нас, жителів земної кулі, ці невеликі швидкості і великі об'єми найбільш звичні і нормальні, вони визначають нашу практику і техніку» [5].

Висновки. Реалізація культурно-історичної складової змісту навчання фізики є творчим розвитком педагогічного процесу в загальноосвітній школі, який сприяє формуванню культурно-наукового і духовного світогляду.

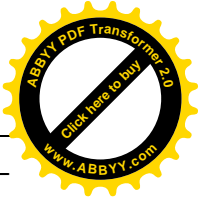
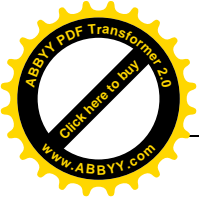
Учні відчують значення наукової діяльності вчених у культурному і технічному розвитку історії людства та усвідомлюють особистісну значущість у процесі пошуково-дослідницької діяльності.

Можливо, дізнавшись про особистості тих, ким пишається фізична наука, учень захоче краще зрозуміти (і зуміє зрозуміти) суть науки? А можливо, дізнавшись про те, якими людьми були основоположники фізичної науки, учень зуміє зрозуміти саме життя і своє місце у ньому, зрозуміє, що є добро і зло, в чому істинні цінності життя? Адже не лише заради знань ми навчаємо учнів. Не менш, а можливо, і більш важливо сформувати в кожній дитині кращі людські риси, які визначають образ гідної людини суспільства.

Хотілось би, щоб учитель зрозумів, що історизм у викладанні фізики не самоціль, а засіб, який дозволяє краще пояснити школярам, що собою являє світ природи і захоплюючий процес її поступового пізнання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бодик В. А. Елементи історизму у викладанні фізики / В. А. Бодик, Є. В. Коршак, В. Г. Нижник // Удосконалення форм і методів вивчення фізики : зб. статей. За ред. Є. В. Коршака. – К. : Рад. школа, 1982.
2. Бугайов А. И. Методика преподавания физики в средней школе: Теоретические основы / А. И. Бугайов. – М. : Просвещение, 1981. – 288 с.



3. Григорьян А. Т. Механика от античности до наших дней / А. Т. Григорьян. – М. : Наука, 1971. – 312 с.
4. Кордун Г. Г. Биографічний довідник видатних фізиків / Г. Г. Кордун. – К. : Рад. шк., 1985. – 280 с.
5. Кудрявцев П. С. Курс истории физики : учеб. пособ. [для студ. пед. ин-тов по физ. спец.] / П. С. Кудрявцев. – [2-е изд., испр. и доп.]. – М. : Просвещение, 1982. – 448 с.
6. Ланина И. Я. Формирование познавательных интересов учащихся на уроках физики : кн. для учителя / И. Я. Лапина. – М. : Просвещение, 1985. – 128 с.
7. Лауэ М. История физики / М. Лауэ ; пер. с нем. Г. Н. Горнштейн. Под ред. И. В. Кузнецова. – М. : Гостехиздат, 1956. – 230 с.
8. Льюис Марио. История физики / М. Льюис ; пер. с итал. Э. Л. Бурштейн. – М. : «Мир», 1970. – 453 с.
9. Моисеев Н. Д. Очерки развития механики : учеб. пособ. для ун-тов / Н. Д. Моисеев. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1961. – 478 с.
10. Мощанский В. Н. История физики в средней школе / В. Н. Мощанский, Е. В. Савелова. – М. : Просвещение, 1981. – 205 с.
11. Попова Т. Н. Использование элементов истории физики при обучении решению задач по кинематике / Т. Н. Попова, Е. В. Коршак // Матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. «Фізико-технічна і фізична освіта у гуманістичній парадигмі» (м. Керч, 10–13 верес. 2009 р.). – Керч : РВВ КДМТУ, 2009. – 216 с. – С. 140–146.
12. Храмов Ю. А. Физики: Биограф. справ. / Ю. А. Храмов. – М. : Наука, 1983. – 400 с.

РЕЗЮМЕ

Д. С. Лазаренко, М. И. Садовой. Использование исторического материала при изучении законов Исаака Ньютона.

В статье рассмотрены особенности историзма, пути и формы его использования, а также значения историзма, при преподавании физики. Эта методика раскрыта на примере обобщенного материала об истории открытия законов Ньютона – основных законов динамики.

Ключевые слова: физика, культурно-исторический материал, творческая деятельность, И. Ньютон, законы динамики, историзм, физическая революция, педагогический процесс.

SUMMARY

D. Lazarenko, M. Sadovuy. Using of historical material is for study of laws of Isaak Newton.

In the article the features of historical method, ways and forms of his use, and also values of historical method, are considered at teaching of physics. This method is exposed on the example of the generalized material about history of opening of laws of Newton – basic laws of dynamics.

Key words: physics, cultural and historical material, creative activity, I. Newton, laws of dynamics, historical method, physical revolution, pedagogical process.