

Розділ I

змінилась на різну величину, що протидіє закону збереження енергії. Де допущена помилка в судженнях?

4 (УЗЗ). Визначте коефіцієнт корисної дії самовара.

5 (УЗЗ). Чому автомобіль (який являє собою теплову машину) потребує взимку значно більше бензину, ніж влітку? Адже температура атмосферного повітря, яке грає роль холодильника, взимку нижче, тоді, як температура газів (при згорянні бензину) практично однакова як взимку так і влітку.

Як показав досвід, такий підхід забезпечує прогнозованість та цілевизначеність навчально-пізнавальної діяльності учнів (студентів); використовуючи еталонні вимірники якості знань, як фіксовані результати пізнавальних досягнень, окреслюється найтісніший взаємозв'язок учень-суб'єкт пізнання, що дозволяє говорити про внутрішню мотивацію особистості до навчання; одним з технологічних аспектів впровадження еталонного підходу вбачаємо використання завдань рівневого характеру на кожному з структурних елементів навчального заняття, згідно цільової програми до кожної теми; "виращування" творчої особистості — найвищий результат прогнозованого, особистісно-орієнтованого навчання.

Список використаних джерел

1. *Атаманчук П.С.* Управління процесом навчально-пізнавальної діяльності. — Кам'янець-Подільський: К-ПДПУ, 1997. — 136 с.
2. *Творчість*, як спосіб дії //Завуч, 2000. — № 7.
3. *Семерня О.М.* Методика використання еталонних вимірників якості знань студентів (учнів) //Актуальні проблеми викладання та навчання фізики у вищих освітніх закладах. Матеріали міжнародної науково-методичної конференції (Львів, 7-9 жовтня, 2002 р.). — Львів: Ліга-Прес, 2002. — С. 128-130.
4. *Ланге В.Н.* Физические парадоксы, софизмы и занимательные задачи. — М.: "Просвещение". — 1967. — 168 с.

УДК 53(07.07):371

Сергєєв О.В.

(Запорізький державний університет)

ДОІСТОРИЧНИЙ ПЕРІОД РОЗВИТКУ МЕТОДИКИ ФІЗИКИ

У статті розглядаються античні ідеї, які послуговували джерелом для розвитку методичної думки в подальшому, прослідковується становлення наукових знань у період еллінізму і формування начал фізики, описуються способи створення експериментального методу та завершення періоду становлення фізики як наукової дисципліни і зародження методики фізики.

In article antique ideas which have was a source for development of methodical idea further are considered. Becoming scientific knowledge during the period Hellenism and formation of the beginnings of physics is traced. Attempts of formation of an experimental method and end of the period of becoming of physics as scientific discipline, and also origin of a technique of physics are described.

Прогнозування, управління та самоосвіта у навчанні...

Методика фізики — галузь педагогічної науки. Термін методика фізики з'явився в Росії у XVIII ст., коли в середні навчальні заклади була введена фізика як обов'язковий предмет. Перша методика фізики була написана професором Новоросійського (Одеського) університету Ф.Н.Шведовим і видана в 1894 р. окремою книжкою.

Словосполучення “методика фізики” застосовується в широкому і вузькому смислі. В широкому розумінні методика фізики — це методологія вивчення курсу і побудови навчального процесу з фізики, метод пізнання педагогічних явищ, спосіб викладання й учіння. У вузькому розумінні термін “методика” вживається для позначення різних сторін навчального процесу, наприклад, методика розв'язування задач; методика проведення спостережень; методика навчального фізичного експерименту; методика організації екскурсій на виробництво тощо.

Наукові знання з методики фізики накопичувалися, систематизувалися разом з розвитком науки фізики, філософії, педагогіки і психології. Вони є фундаментом наукових знань з методики фізики. Але найважливішим її системо-утворюючим чинником є зміст базової науки: поняття, фізичні теорії, наукова картина світу, методи пізнання.

Сучасні досягнення фізики непорівнянні з досягненнями методики фізики, яка лише наприкінці XIX ст. із розрізаних знань постала самостійною наукою, а в другій половині XX ст. набула рис теоретичної науки. На шляху її подальшого вдосконалення особливо цінно прослідкувати еволюцію загальнонаукових ідей розвитку, закономірностей, причинності, системності наукових знань, методів пізнання; зародження методики фізики; взаємодію з іншими науками. Віками усвідомлювалися проблеми, висувалися гіпотези, створювалися концепції, які готували підґрунтя для сучасної методики фізики. У цьому вічному пошуку отреслюються границі цієї педагогічної науки.

1. Античні ідеї у контексті зародження і розвитку методичної думки

На розвиток наукового знання, зокрема фізики як основи методики фізики, великий вплив справили давньогрецькі вчені. Вони узагальнили накопичені раніше знання в науку. У VI ст. до н.е. вона одержала назву натурфілософії. У ній були сформовані ідеї давньогрецьких учених про вивчення явищ, методів пізнання та інтелектуального розвитку людини.

Геракліт [близько 530-470 до н.е.] та ідея закономірного розвитку.

Геракліт як першооснову розглядав вогонь. Вогонь у Геракліта володіє творчою силою, знаходиться у вічному русі. Шляхом згущень і розряджень із вогню виникають усі речі. Вони складаються із суперечностей і катаклізмів. Космос, на думку Геракліта, має образ вічно живого вогню. “Все обмінюється на вогонь і вогонь на все, як золото-товар, на товар-золото” [1, с. 47]. Гармонію вселенському ходу речей надає “логос” — закон. Ідея закономірного розвитку відображена у відомому афоризмі Геракліта “Наші тіла і душі плінуть як струмки”.

Вогонь Геракліта є початком розвитку уявлень про першоматерію — субстанцію, з якої складаються всі тіла. З іменем Геракліта пов'язана ідея закономірного розвитку природи і людини.

Демокріт [близько 460-370 до н.е.] та ідеї причинності і збереження.

Ідея про закономірності ходу речей була розвинута Демокрітом. Все існує, за Демокрітом, складається з атомів і пустот. Атоми різноманітні

Розділ I

за величиною і формою. Ні один із них не може зникнути, як і з'явитися знову. Вони не створювані і незруйновані. “Ніщо не виникає із небуття, не завершується небуттям” [2, с. 61]. Людина, на думку Демокріта, також створена із атомів. Найрухоміші з них створюють душу.

Демокріт пов'язує ідею збереження руху в природі зі збереженням механічного руху атомів. Демокріт стверджував, що світ, створений із атомів і пустоти, живе згідно природним законам. У ньому діє строга причинність і необхідність. “Ні одна річ не виникає безпричинно, але все виникає на якійсь основі та в силу необхідності” [2, с. 229]. Згодом ідея збереження була розвинена в фізиці, зокрема в законах збереження; ідея причинності одержала назву детермінізму й використовується в усіх без винятку науках.

Лукрецій Кар [близько 99-55 до н.е.]: пояснення явищ, виходячи з гіпотези. Демокрітом, за свідченням стародавніх греків, було написано сімдесят творів. Ні один із них не зберігся. Але твір (поема) “О природе вещей” [3, с. 40] більш пізнього римського вченого Лукреція Кара дійшла до наших часів. У поемі викладено вчення стародавніх атомістів і робиться спроба на основі гіпотези про атомістичну будову речовини дати пояснення навколишнім явищам природи. Автор виявляє особливий інтерес до самої людини, до способів доведення — спостереження, логічного міркування, аналогій. Далі розглядається уривок із поеми, в якому змальовується явище, пізніше назване “броунівським рухом”:

*“Вот посмотри: всякий раз, когда солнечный свет проникает
В наши жилища и мрак прорезает своими лучами,
Множество маленьких тел в пустоте, ты увидишь, мелькая,
Мечутся взад и вперед в лучистом сиянии света;
Будто бы в вечной борьбе они бьются в сраженьях и битвах,
В схватке бросаются вокруг по отрядам, не зная покоя,
Или сходясь, или вновь непрерывно опять разлетаясь,
Можешь из этого ты уяснить себе, как неустанно
Первоначально вещей в пустоте необъятной мятутся”.*

У поемі Лукрецій висловив ідею про хаотичний рух молекул.

Анаксагор [близько 500-425 до н.е.] та ідея системності. Він вважав, що кожна річ складається з нескінченної множини частинок, м'ясо із дрібних шматочків м'яса, кров — з дрібних краплин крові. Всі перетворення у світі відбуваються шляхом з'єднання і роз'єднання цих частинок. Анаксагор шукав у природі початок, завдяки чому із частинок виникають цілісні речі. Він визнавав таким початком “нус” — розум, який все об'єднує і систематизує.

Таким чином, античними вченими Гераклітом, Демокрітом і Анаксогором були започатковані ідеї закономірного розвитку, причинності і системності, що стали основою наукового осмислення явищ природи, розвитку людини, педагогічних явищ. Досягнення стародавніх греків у галузі натурфілософії супроводжувались успіхами в освіті.

Сократ [470/469-399 до н.е.] — творець нового методу діалогу. Він увійшов в історію ідеалом незалежності думки, творцем особливої техніки діалогу. Сократ у методиці діалогу застосував дві ідеї. Одна з них полягала в тому, що робота думки ставилась у залежність від завдання, яке створює

перешкоду в його звичному плані. Саме це завдання й питання, які з нього сліднують, спрямовані на співрозмовника, змушували його задуматися в пошуках відповіді. Друга ідея Сократа відносилась до роботи розуму як процесу, який споконвічно носить характер діалогу. Підбираючи певні питання, Сократ допомагав співрозмовнику одержувати чітке і ясне знання. У наш час ідеї Сократа використовуються в процесі навчання, для розвитку фізичного стилю мислення. Центральними стають завдання і питання проблемного характеру не лише в діалозі, але й при виконанні фізичного експерименту та інших завдань.

Платон [427-347 до н.е.]: відкриття внутрішньої мови. Ідеї Сократа розвинув його учень Платон. Він відкрив внутрішню мову як діалог, на відміну від сократівської зовнішньої мови. “Душа — розмірковуючи, нічого нового не робить, як розмовляє, запитуючи себе, відповідаючи, стверджуючи і заперечуючи” [4, с. 11]. У сучасній психології процес породження внутрішньої мови із мови зовнішньої одержав назву інтериоризації (від лат. “interio” — внутрішній).

З іменем Платона пов'язано формулювання проблеми про конфліктність мотивів, які мають різну моральну цінність, і про роль розуму в їх подоланні. Відомий платонівський міф про візника, що управляв колісницею, в яку запряжені два коня: дикий, який рветься йти власним шляхом будь-якою ціною, і породистий, благородний, який піддається управлінню. Візник символізував розумну частину душі, коні — два типи мотивів: нижчі і вищі спонукання. Згідно Платону, розум, покликаний узгодити ці два мотиви, зазнає більших труднощів внаслідок несумісності низинних і благородних потягів.

Аристотель [384-322 до н.е.] і реформовані ним ідеї розвитку, причинності і системності. Аристотель сімнадцятирічним юнаком почав займатися в Академії Платона. Відома фреска Рафаеля “Афінська школа” зображає Платона, який вказує рукою на небо, а Аристотель — на Землю. Художник образно відобразив різні погляди на світ двох визначних мислителів. Платон гадав, що душа людини паломниця і мандрівниця по іншим світам. Аристотель не відривав душу від живого тіла. Душа — форма, спосіб організації живого тіла. Переживає, мучиться, мислить не душа, а цілісний організм. Знання про світ приховані в чуттєво сприймаючих речах. Спираючись на досвід, вони розкриваються у прямому спілкуванні з речами.

Аристотель створив школу в Афінах, названу Лікеєм. Ця назва школи (ліцей) у подальшому використана для назви навчальних закладів. Аристотель був учителем Олександра Македонського — відомого полководця, який під час завоювання країн наказував відправляти своєму вчителю зразки рослин і тварин. Така колекція, очевидно, суттєво вплинула на перетворення відомих ідей системності, розвитку і причинності. Вони були розглянуті Аристотелем із точки зору організації живого, відкритих ним ступенів і поняття про кінцеву причину.

Аристотель ввів системно-функціональний підхід до аналізу живого організму. Він розглядав організм як систему, що складається із частин. Організм підпорядковує собі свої частини для вирішення будь-якого завдання. Організм як ціле та його робота (функції) нероздільні. Душа організму за Аристотелем — це його функція, робота. В організмі, як системі,

Розділ I

Аристотель виділяв рівні здатності до діяльності: вегетативна, притаманна рослинам; почуттєво-рухома у тварин і людини; розумова, притаманна лише людині.

Уявлення Аристотеля про рівні здібностей збагатили ідею розвитку. На його думку, кожна людина при її перетворенні із дитини в зрілу людину проходить ті стадії, які пройшов за свою історію увесь органічний світ. Аристотель намагався на основі ідеї розвитку знайти етапи, що ведуть від одного ступеня до іншого, вищого.

Аристотель створив вчення про формування характеру в реальних вчинках. У процесі розвитку людини у вчинках виявляється моральне ставлення до інших. Аристотель розвиток людини ставив у пряму залежність від її діяльності.

Аристотель виділив типи причинності. Серед них важливу роль відіграє цільова причина, заради чого і відбуваються дії. Ціль (кінцева) — результат процесу діяльності — заздалегідь діє на його хід. Сприйняття, уявлення, здібності залежать не лише від минулого, але й необхідного мотивованого майбутнього. Таке нове розуміння причини суттєво важливе при цільових установках людської діяльності.

Вчення Аристотеля було всеосяжним. У своїх творах він охопив питання природничих і гуманітарних наук та створив своєрідну енциклопедію наукових знань свого часу. Він підвів підсумок розвитку натурфілософії. Після Аристотеля починається процес виділення наук із натурфілософії, тобто відбувається диференціація наук. З'являються зародки фізичної науки поза всілякими філософськими системами.

2. Становлення системності наукових знань у період еллінізму і поява зародків фізики

У III ст. до н.е. на землях, завойованих Олександром Македонським, виникає величезна імперія. Вона сягала величезних територій Європи, Азії та Африки. Після смерті Македонського імперія розпалася. В історії період від початку III ст. до н.е. і до 30 років до н.е. називають **періодом еллінізму***. Він завершився завоюванням Римом імперії Македонського.

Період еллінізму характеризується інтенсивним розвитком математики, астрономії та інших наук; окремих галузей техніки, наприклад, будівельної і військової; створенням деяких устаткувань, які стали прообразом приладів, які в подальшому увійшли до обладнання фізичних кабінетів.

Центром наукових знань усього світу в цей період стало місто Олександрія, розташоване на африканському узбережжі Середземного моря. Єгипетські царі запрошували до своєї столиці вчених і філософів з інших країн. В Олександрії була створена знаменита бібліотека, в якій за легендою містилося 500000 рукописів. Вона проіснувала до кінця 6 ст., коли олександрійський єпископ організував її погром. Загинула значна частина рукописів.

У період еллінізму натурфілософія була збагачена створенням певних систем наукового знання (наприклад, статика і гідростатика), відповідних фізичних моделей та астрономічної моделі світу, названої Птолемеєвою.

* / Поняття еллінізм означає поширення панування еллінів (греків і македонців) на східні країни і змішування зі східними елементами культури. Поняття введено в 30-і роки XIX ст.

Евклід [III ст. до н.е.]: створення геометрії і формування погляду на математику як на мову фізики. В період еллінізму математика стала самостійною наукою. Знаменитий олександрійський учений Евклід узагальнив у роботі “Начала” наукові знання у галузі математики. Він створив систему геометрії, яка в незмінному вигляді проіснувала багато століть.

Евклід при викладі геометрії користувався методом, який відповідав створеній ним системі наукових знань. Він, довівши будь-яку теорему, наприклад, для суміжних відрізків або площ, розповсюджував її на випадок несуміжних. Цей прийом Евкліда використав, розвинув і застосував Архімед до виведення правила рівноваги тіл.

Евклід у своїх творах виклав доведення двох основних законів геометричної оптики: прямолінійного розповсюдження світла і відбивання світла.

Закономірні зв'язки між явищами природи в науці почали описувати за допомогою математики. Пізніше італійський учений Г.Галілей писав, що філософія написана у тій величній книзі, яка постійно відкрита перед очима кожного (він мав на увазі Всесвіт), але її неможливо зрозуміти, якщо не навчитися попередньо її мови і не пізнати про ті письмена, якими вона накреслена; її мова — математика.

Архімед [близько 287-212 до н.е.] й структурні елементи системи наукового знання. Незважаючи на те, що поява статички викликана технічними проблемами, твори Архімеда не мають видимого зв'язку з практикою. Вони відрізняються абстрактністю і за структурою викладу наближаються до “Начал” Евкліда. Схема викладу матеріалу наступна: поняття — постулати — закони — наслідки.

У статичці Архімед вводить поняття центра ваги, визначення якого відповідає сучасному тлумаченню. “Центром ваги деякого тіла є певна, розміщена всередині точка, якій притаманна властивість, що якщо за неї можна підвісити важке тіло, то воно залишиться в спокої і збереже початкове положення” [5, с. 71]. Далі він розвиває теорію про знаходження центра ваги різноманітних геометричних фігур. В основі цієї теорії лежить теорема про важіль.

Як підкреслюють історики фізики, закон простого важеля був відомий до Архімеда. Але доведення ґрунтувалося на вченні Аристотеля про насильні і природні рухи і його не можна вважати власне доведенням. Архімед використовує свій метод обґрунтування. Він формулює спочатку постулати. Наприклад, один із них стверджує: “Рівні ваги на рівних довжинах зрівноважуються, на нерівних же довжинах не зрівноважуються, але переміщують ваги на більші довжини” [5, с.274]. Із постулатів виводиться закон важеля для випадку сумірних вантажів, а потім поширюється виведення на випадок несумірних вантажів. На основі одержаних результатів Архімед розвиває теорію знаходження центрів ваги різноманітних геометричних фігур.

В основі теорії рівноваги плаваючих тіл лежить закон, що носить його ім'я (закон Архімеда). Виклад теорії проводиться за такою ж схемою, що й виклад теорії рівноваги важеля. Архімед формулює постулати, потім слідує ряд теорем та їх доведення на основі постулатів, які обґрунтовують закон

Розділ I

Архімеда. Використовуючи закон, він розв'язав задачу визначення рівноваги плаваючих тіл.

Архімед відкрив важливі послідовні етапи теоретичного узагальнення: формування поняття; доведення з використанням постулатів; одержання наслідків із теорії. Відсутність у його схемі викладу практичного застосування і вказівок на експеримент пояснюється духом епохи. У цей період звернення вчених до фізичної праці, включаючи і практичну діяльність, вважалося поганим тоном. Вважалося також, що наука повинна слугувати духовному самовдосконаленню. Проте сам Архімед, не дотримувався такого погляду. За свідченням Плутарха, Архімед побудував військові машини, які використовувалися для захисту його рідного міста Сіракузи. Але про це Архімед не згадує у своїх працях.

Птоломей [II ст. до н.е.] і його система світу: ідея про варіативність природних об'єктів. Спираючись на теорію епіциклів і ексцентриків своїх попередників, а також використовуючи дані спостережень астрономів, Птоломей побудував теорію руху небесних тіл навколо Землі. При цьому він виходив із принципу простоти. Він вважав, що рух небесних тіл можна представити різними способами, і кожного разу знаходив, на його думку, найбільш вдалий. Птоломей вважав, що Земля – центр Всесвіту; що Земля рухома. Він заперечував ідею про обертання Землі, підтримуючи погляди Аристотеля.

Із вчення Аристотеля випливає, що якщо б Земля почала рухатися, то люди відразу ж помітили б це. Вони, як і всі тіла, намагалися б зберегти свій рух у Всесвіті. Проте ще стародавні вчені висловлювали гіпотезу про рух Землі. Так, Цицерон (106-43 до н.е.), висловлюючи думки деяких стародавніх учених про рух Землі, говорив, що на їх думку, нам лише здається, що Земля нерухома, а небесні тіла рухаються. У дійсності ж все відбувається навпаки.

Ідея відносності руху започаткована китайськими вченими. Астроном Лося Хуна писав: “Земля постійно рухається, але люди не знають цього; вони як команда на закритому пароплаві: коли він переміщується, вони цього не помічають” [6, с. 101]. У цьому висловлюванні не вистачає лише ствердження, що пароплав повинен рухатися прямолінійно і рівномірно, щоб прийняти висловлювання за принцип відносності. Такий принцип у подальшому був сформульований Г.Галілеєм.

Птоломей вважав можливим користуватися припущенням про рух Землі для простоти астрономічних розрахунків. Цим самим у науці починають використовуватися, насамперед для зручності астрономічних розрахунків, ідеї геліоцентричної системи світу.

Перші експериментальні дослідження в галузі фізики. Птоломей – один із перших учених, який за допомогою експерименту спробував вивчити заломлення світла. Він побудував спеціальний вимірювальний прилад, який складався із диску, розділеного на градуси (пробраз шайби Гартля).

На диску навколо його центру могли обертатися дві лінійки-показжчики. Птоломей наполовину занурив диск у воду і обертав верхню лінійку. Він приводив її у таке положення, щоб вона здавалася продовженням нижньої, яка знаходилася у воді. Потім він виносив диск із води й визначав кути падіння й заломлення променя. Але Птоломею не вдалося встановити

закон заломлення світла. Дослідження явища заломлення світла варті уваги тим, що вони були одними з перших, проведених на досліді для встановлення закону природи.

Експериментальні дослідження в галузі фізики започатковані Героном Олександрійським (I ст. до н.е.) і Ктезибієм (II-I ст. до н.е.). З їх іменами пов'язані перші винаходи, що привели до вдосконалення експериментальної техніки. Хоча вони на практиці не одержали широкого застосування, але залишилися в історії як перші цікаві іграшки. Ктезибий винайшов водяний насос, водяний орган, водяний годинник; Герон — сифон, “еолопіл”.

“Еолопіл” складався із залізної кулі, з якої виходили дві трубки з зігнутими кінцями. В кулю наливали воду і розводили під нею вогонь. Коли пара виходила із трубок, куля починала обертатися.

Даний період розвитку науки відзначено певним внеском в осмислення структури наукових знань і їх методів дослідження. У науці відбувалося становлення погляду на математику як мову фізики, осмислення ролі експерименту в дослідженні природи.

3. Спроби створення експериментального методу і відкриття університетів у середні віки

На початку нашої ери наука в Європі прийшла в занепад. У V ст. розвалилась Римська імперія, яка свого часу об'єднала весь світ. Руйнувалися міста, закривалися філософські школи. Остання філософська школа в Афінах була закрита в 529 році. Церква проповідувала зневажливе ставлення до природничих наук. Таке ставлення в Європі тривало майже до кінця раннього середньовіччя. У XII ст. було винайдено механічний годинник (без маятника), в XIII ст. — окуляри, в XI-XII ст. в Європі з'явився папір, а в XV ст. — винайдено друкарський станок. З цього часу розпочалося книгодрукування.

У середні віки, навпаки, народи Близького Сходу і частково Середньої Азії досягли значних успіхів у науці. В V-VII ст. араби завоювали величезну територію, захопили Сирію, Іран та інші держави. На цій території утворилася держава — Арабський Халіфат. Арабська мова стала науковою мовою, як пізніше латинська мова в Європі. На арабську мову були перекладені твори стародавніх учених і філософів, наприклад Аристотеля, Платона, Архімеда. Більшість із цих перекладів стали єдиним джерелом, за яким європейці змогли познайомитися зі спадщиною стародавніх учених.

Досягнення вчених Сходу були використані в Європі. Підкреслимо, що наступний розвиток науки на Близькому Сході було призупинено внаслідок нападу на арабську державу середньоазіатських народів, спочатку монголів, а потім турок.

У середні віки були підготовлені умови для створення наукового методу експериментального дослідження природи, який у подальшому став провідним методом вивчення природничих наук. Цьому сприяло вчення про подвійну істину, про дослід як джерело пізнання, а також зародження кінематики, досягнення в галузі освіти, техніки і виробництва.

Вчення про подвійну істину. Біруні [973-1048] із Хорезма висловив думку про необхідність розмежування наукових істин і релігійних догм. Така позиція виправдовувала розбіжності між наукою і релігією.

Англійський філософ Д. Скот [близько 1266-1308] розвинув вчення про подвійну істину: релігійну й наукову. Він стверджував, що за допомогою наукової істини неможливо обґрунтувати віру, але й віра не повинна стосуватися наукових питань. Таке вчення в епоху середньовіччя дало науці самостійність і незалежність від церкви. У подальшому ця ідея стала вододілом світогляду: наукового, релігійного і містичного.

Створення університетів. У XII ст. створюється університет у Болоньї, на межі XII і XIII ст. — університети у Парижі, потім з'являються університети і в інших містах Західної Європи. Середньовічні університети, як правило, мали чотири факультети: богословський, юридичний, медичний і підготовчий (факультет мистецтв). На факультеті мистецтв викладались: граматика, риторика, діалектика (мистецтво вести диспут), геометрія, астрономія і музика. Деякі фізичні явища вивчалися в складі наукового знання вказаних предметів.

Зародження кінематики рівноприскореного руху. В XVI ст. в науці починають користуватися поняттями середньої, миттєвої швидкості і прискорення. Учені визначали миттєву швидкість як швидкість у даний момент часу, тобто швидкість, з якою б рухалося тіло, якби з цього моменту часу його рух став рівномірним. Але тогочасним ученим не вдалось визначити поняття прискорення.

Дослід — джерело і критерій істини. На Близькому Сході в середні віки статика одержує подальший розвиток. Так, Біруні користувався способом вимірювання об'єму тіл неправильної форми за допомогою відливної посудини. Цей спосіб дозволив розв'язати ряд практичних задач.

Ідея про використання дослідів і практики в науці була узагальнена в роботах англійського філософа Р. Бекона [1214-1294]. Він проголосив єдиним джерелом пізнання почуття і дослід. Бекон сформулював одне із головних завдань науки — слугувати практиці. Це завдання стосується і методичної науки.

Бекон розробив один із наукових методів — метод індукції і методуку використання його на практиці.

Великий італійський учений, художник Леонардо да Вінчі [1452-1519] у своїх роботах також підкреслював, що єдиним джерелом знань є експеримент. Він прагнув намітити основи експериментального методу. На його думку пізнання йде від дослідів, від одержаних при цьому окремих конкретних результатів до наукових узагальнень. Леонардо да Вінчі відмічав, що почуття можуть обманути, а судження можуть бути помилковими. Тому не можна обмежуватися тільки одним дослідом, а слід повторити його в різних умовах декілька разів.

Дослід, на думку Леонардо да Вінчі, є не лише джерелом, але й критерієм пізнання. “Перш ніж ти виведеш із цього (часткового) викладу загальний закон, повтори дослід два або три рази, і подивись, чи викликають одні і ті ж експерименти той же наслідок” [7, с. 433].

4. Завершення періоду становлення фізики і зародження методики навчання фізики

Початок наукової революції XVI ст. пов'язують з іменем видатного польського астронома Н. Коперніка (1473-1543) і виходом його фундаментальної

Прогнозування, управління та самоосвіта у навчанні...

праці “Про обертання небесних сфер”. У роботі відкидається система світу Птолемея. Італійський учений Г.Галілей (1564-1642), спираючись на свої відкриття в галузі механіки, обґрунтував і розповсюдив вчення Коперніка. Узагальнюючи дослідження з механіки, геніальний англійський фізик І.Ньютон (1643-1727) створив першу завершену фізичну теорію — класичну механіку; завершив період становлення фізики як самостійної науки, відокремив остаточно її від натурфілософії.

Досягнення фізичної науки стали предметом обговорення в університетах, де працювали вчені. Так, Ньютон, що закінчив Кембріджський університет, спочатку працював у ньому бакалавром, а потім очолював кафедру. Одночасно з відкриттям у галузі фізики зароджувалася одна із областей методики фізики, що відноситься до викладання фізики у вищих навчальних закладах.

У XVII ст. з'являються роботи, пов'язані з викладанням навчальних предметів у середніх школах. Одне з перших педагогічних узагальнень було проведено чеським педагогом-новатором Я.А.Коменським (1592-1670). Його діяльність співпала зі зростанням товарного виробництва в Європі, з ростом попиту на освічене молоде покоління. Існуюча раніше доуніверситетська освіта носила індивідуальний характер, що обмежувало прийом дітей із нижчих і середніх прошарків суспільства. Система навчання Коменського була орієнтована на масові школи.

У цей період починає формуватися ідея єдності наукової системи і метода вивчення дійсності.

Р.Декарт (1596-1650) і метод дедукції. Декарт запропонував метод пізнання природи, відмінний від метода Бекона. Згідно Декарту, перш за все необхідно встановити загальні принципи, а потім за допомогою дедукції із загальних принципів вивести окремі закономірності і пояснити явища природи. Загальні принципи згідно Декарта, пізнаються завдяки індукції, виключно міркуваннями і не виводяться з досліду. Дослід лише відіграє роль критерію правильності висновків із загальних принципів конкретних законів, а не критерію істинності загальних принципів.

Відкриття Декарта та Бекону показали, що процес пізнання — складне явище. Воно містить не тільки індукцію і дедукцію, але й інші методи, яким ще не надавалося належного значення.

Г.Галілей (1473-1543) — засновник наукового методу експериментального пізнання. Галілей показав, яким чином на основі досліду повинно будуватися пізнання. Метод наукового пізнання Галілея полягає в наступному: із спостережень і дослідів формується припущення — гіпотеза, яка хоча і є узагальненням дослідів, але містить і дещо нове. Гіпотеза дає можливість вивести наслідок, передбачити нові факти і перевірити їх на досліді. Перевірка наслідків підтверджує (або спростовує) гіпотезу, перетворюючи її у наукову теорію або закон. Схема методу дослідного пізнання наступна: **факти — гіпотеза — наслідки — експеримент (дослід)**. Цей метод об'єднує часткові методи наукового пізнання: індукцію, дедукцію, гіпотезу, експеримент, аналіз, синтез та інші.

Г.Гоббс (1588-1679): поняття асоціації. Філософ Гоббс відкинув душу як особливу сутність. На його думку, в світі існують лише матеріальні тіла, що рухаються за законами механіки. Матеріальні тіла діють на організм і

Розділ I

викликають відчуття. Із них з'являються уявлення. Вони утворюють ланцюжки думок, що сліднують один за одним у тому ж порядку, в якому змінювались відчуття. Подібний зв'язок думок одержав назву асоціацій. Саме асоціаціям підпорядковуються, на думку Гоббса, раціональне пізнання і довільна дія. Він проголосив розум продуктом асоціацій, які мають своїм джерелом пряме чуттєве спілкування людини з матеріальним світом. Раціональному був протиставлений емпіризм.

Д.Локк (1632-1704): два джерела досліду. Філософ Локк, так само як і Гоббс, визнавав досвідне походження всього складу людської свідомості. У досвіді Локк виділяв два джерела: почуття і рефлексію. Ідеї можуть виникати не лише безпосередньо із аналізу досвіду, але й породжуватися рефлексією як внутрішнім вихованням діяльності нашого розуму. З простих ідей створюються складні.

На думку Д.Локка, свідомість є сприйняття того, що відбувається у людині в її власному розумі.

І.Кеплер (1571-1630): фізична теорія та її структура. Кеплер відкрив і побудував фізичну теорію оптичних приладів, а також пояснив дію ока як оптичної системи. Кеплер ввів ряд понять, які застосовуються в оптиці дотепер, наприклад, фокус, оптична вісь. Ядро теорії склали закони геометричної оптики. Слід відзначити, що Кеплеру був невідомий закон заломлення світла. Запропонований ним закон виявився невірним. Але це не вплинуло на висновки його теорії, бо для параксіальних пучків закон Кеплера дав можливість одержати правильний результат. Він ґрунтувався на твердженні про пропорційність кута заломлення куту падіння. Закон заломлення був сформульований пізніше голландським ученим В.Снеллусом (1580-1626).

Метод дослідження Кеплера полягав у тому, що кожную точку предмета, що світиться, він розглядав як джерело пучка розбіжних променів. Оптичний прилад перетворює розбіжний пучок у такий, що сходиться і збирає його в одну точку, яка і є зображенням точки предмета. Кожній точці предмета відповідає одна точка зображення, вони разом дають зображення всього предмета.

Кеплер вивчає хід променів у двох лінзах, пояснює дію зорової труби Галілея і пропонує нову комбінацію лінз — дві двоопуклі лінзи. Таким чином, система знань геометричної оптики, запропонована Кеплером, містить свій метод і визначені структурні складові: поняття, ідеалізований об'єкт (промінь), закони, які пояснюють хід променів у лінзах, дію зорових труб, розрахунок оптичних систем і технологію виготовлення оптичних приладів. Ця структура виявилася інваріантною для фізичних теорій.

І.Ньютон (1643-1727): теорія пізнання і система наукового знання. В питаннях теорії пізнання Ньютон був послідовником Р.Бекона. ньютон ставив індукцію на перше місце.

Дослідники історії розвитку фізики відмічали, що важко вяснити, яким був істинний метод, завдяки котрому Ньютон прийшов до своїх відкриттів. Хоча він різко заявляв “гіпотези же я не измышляю”. С.А.Вавілов справедливо пише про Ньютона, що він “показав себе блискучим майстром гіпотез” [8, с. 101]. Ньютон слідував своєму методу дослідження, методу “принципів”, як його називав С.І.Вавілов. Такий метод не передбачає встановлен-

ня самих загальних істин. Ньютон строго відділяє те, що здавалося йому безперечним, виведеним із дослідів за допомогою індукції, від передбачуваного, не підкріпленого дослідом, від гіпотез, які можна заперечувати. Він вимагав від науки результатів, корисних для практики.

У 1687 р. вийшла з друку книга І.Ньютона “Математичні начала натуральної філософії”, в якій він підвів підсумок розвитку механіки і виклав свої фундаментальні дослідження у цій галузі, тобто створив класичну механіку.

При побудові класичної механіки Ньютон спирався на закон вільного падіння Галілея, кеплеровські закони руху планет і закони коливань, установлені Гюйгенсом. Він будував теорію не за допомогою індуктивного узагальнення всіх цих законів, а шляхом висунування більш сильних гіпотез і глибоких понять. Висунуті Ньютоном гіпотези, які в подальшому стали законами, описують динамічні властивості тіл.

Концептуальний базис теорії (фундаментальна теоретична схема) має фундаментальний ідеалізований об’єкт (матеріальна точка), основні поняття, взаємозв’язки між ними виражаються законами Ньютона. Вихідні абстрактні теоретичні узагальнення — закони Ньютона не виводяться експериментально. На основі дослідів можна лише висунути певні припущення. Експеримент лише ілюструє закон, а не остаточно доводить абстрактне таке рівня.

Щоб судити про ступінь відповідності теорії дійсності, будуються нові системи абстрактних об’єктів з положеннями, що перевіряються емпірично. Ці системи пов’язуються з вихідним концептуальним базисом теорії, що є характерним для фізики. Майже за тією ж схемою була створена молекулярно-кінетична теорія, а також ряд теорій класичної фізики.

Запропоноване Ньютоном поняття сили було новим у науці, хоча і вживалося задовго до Ньютона. Він дає поняттю строго наукове тлумачення, що відповідає сучасному розумінню поняття сили.

Ньютону необхідно було ввести також нове поняття, що характеризувало б механічні властивості самого тіла. Такою величиною в класичній механіці є маса. Однак, Ньютон ототожнював цю величину з кількістю матерії, що не узгоджується з сучасним тлумаченням маси в фізиці. Згодом спосіб введення маси в підручниках фізики став спеціальним предметом дослідження багатьох авторів.

У центрі уваги вчених-педагогів стає проблема змісту понять, їх означення, а потім і формування при вивченні курсів. Так, А. Сен-Венан (1760-1825) запропонував визначати масу за взаємодією тіл під час зіткнення. Для цього він використав закон збереження імпульсу. Дещо інакше визначав масу Е. Мах (1838-1883). Він підкреслює, що при взаємодії тіла одержують прискорення. Якщо ці прискорення однакові, то і маси також однакові. Подібні проблеми залишаються актуальними в методичній науці і дотепер.

Ньютона турбували питання виховання й навчання, доуніверситетської освіти. Він зазначав: “Якщо діти будуть добре навчені і виховані досвідченими вчителями, то з часом народ одержить розумніших моряків, корабельників, архітекторів, інженерів й осіб всіляких математичних професій для роботи як на морі, так і на суші” [9, с. 414-415].

Досягнення в галузі філософії, фізики, безперечно, впливали на розвиток педагогічної науки. З її становленням пов’язано ім’я всесвітньо відомого чеського педагога Яна Амоса Коменського.

Я.А.Коменський (1592-1670): принцип наочності в навчанні. Філософські погляди Я.А.Коменського формувалися під впливом Ф.Бекона. Основне положення його вчення полягало в тому, що єдиним і достовірним джерелом пізнання є почуття, дослід. Я.А.Коменський переніс це положення в дидактику і тим самим створив принцип наочності. Він рекомендує починати навчання зі спостереження речей, а не зі словесних узагальнень. Спостереження, згідно Коменського, повинно залишати в голові учня три-чотири картини речі, яка пізнається. На думку Коменського, абстрактні узагальнення виникають самі собою в міру накопичення окремих картин. Така позиція знайшла відображення в цілях навчання, зокрема в тому, щоб дати учням якомога більше знань. Вони, на думку Коменського, забезпечують необхідні узагальнення. Ця позиція стимулювала застосування словесного метода.

У методиці навчання фізики найбільш плідний вплив ідей Коменського виявився під час реалізації принципу наочності. Він призводить до вимоги, щоб по можливості створювані уявлення і поняття були засновані на сприйнятті, яке учні одержують під час безпосереднього вивчення об'єктів. Із цієї вимоги постає необхідність експериментального вивчення курсу фізики.

Отже, до XVIII ст. були визначені методи пізнання, що використовувались і в навчальному процесі. Їх умовно можна розділити на три види:

- часткові методи пізнання, притаманні всім наукам – індукції, дедукції, гіпотези та ін.;
- науковий метод пізнання природничих наук: спостереження фактів, висування гіпотези, одержання наслідків, їх експериментальна перевірка;
- методи, які відповідають певним фізичним теоріям.

Під впливом ідей філософів Бекона, Гоббса, Локка, Декарта, фізиків Галілея, Ньютона та ін. виникло розуміння предмету методики навчання фізики. Із завершенням періоду становлення фізики на місце предмета методики навчання фізики претендували зв'язки між окремими сторонами навчального процесу: змістом і методами навчання, системою наукових знань і методами пізнання природи, засобами навчання і формами його організації. Методи навчального пізнання фізики ставились у пряму залежність від системи і методу наукового пізнання. Навчання вимагало також контролю знань і вмінь учнів, пошуку критеріїв розвитку фізичного мислення й оволодіння методами пізнання.

Під дією цих вимог предметом методики навчання фізики стали також компоненти свідомості учнів, зокрема розвиток творчих здібностей, мотивація навчання, формування інтересу до предмету.

Список використаних джерел

1. *Спасский Б.И.* История физики. – М.: Высш.шк., 1977.
2. *Маковельский А.О.* Древнегреческие атомисты. – Баку, 1946.
3. *Хрестоматия по физике* /Под ред. Б.И.Спаского. – М.: Просвещение, 1987.
4. *Введение в психологию.* – М.: Академия, 1977.
5. *Архимед.* Сочинения. – М.: Физматгиз, 1962.
6. *Панекук А.* История астрономии. – М.: Наука, 1966.
7. *Гуковский М.А.* Механика. Леонардо да Винчи. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1947.

8. *Вавилов С.И.* Исаак Ньютон. — М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1945.
9. *Исаак Ньютон:* Сб. статей к трёхсотлетию со дня рождения /Под ред. С.И.Вавилова. — М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1943.

УДК 378.147:53

Сергієнко В.П.

(Національний педагогічний університет імені М.П.Драгоманова)

АНАЛІЗ СТАНУ СФОРМОВАНОСТІ МЕТОДІВ ПОШУКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ ПРИ ТРАДИЦІЙНІЙ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗАНЯТЬ ІЗ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ

В статті аналізується стан набуття майбутніми вчителями первісного досвіду дослідницької праці під час вивчення ними загальної фізики. Автор акцентує увагу на завданнях з підготовки вчителів фізики до ефективної організації науково-дослідної роботи учнів в сучасних умовах.

In this article author analyses acquire of original experience of research work of future physicists during the time of studing their profile disci pline. Author concentrates his attention in tasks of teachers preparation to effective organization of pupils scientific — research work in contemporary conditions.

В умовах радикальної реформації освіти на перший план виступає формування не тільки традиційних знань, умінь і навичок, але і розвиток мислення, творчих здібностей, дослідницьких навичок, оскільки навчання лише основам наук себе вичерпало. Такий підхід вимагає всебічної і глибокої освіти.

Особливого значення набуває формування у молоді вже у шкільному віці стійкого наукового інтересу до знань, озброєння навичками та вміннями, необхідними для дослідницької діяльності, розвиток таких здібностей, які і після здобуття середньої освіти забезпечували б людині можливість не відставати від науково-технічного прогресу.

Наразі сучасна середня загальноосвітня школа здійснює пошук інтенсивних методів, засобів і форм навчання. В практику її роботи все ширше впроваджуються проблемно-пошукові методи, навчальні дискусії і конференції, самостійна дослідницька робота на уроках і в позаурочний час. Важливим елементом такої роботи є формування у школярів наукового стилю мислення, озброєння їх дослідницькими вміннями і навичками, розвиток потреби самостійно здобувати знання, працювати з навчальною і науково-популярною книгою, із засобами здобуття і обробки інформації.

Протягом століть основною функцією вчителя була передача наукових знань учням. Вчитель відігравав роль посередника між ученим (як людиною, що відкриває істину в науці) і учнем (людиною, що залучається до наукової істини). Сьогодні ставляться завдання [1, с.9] забезпечення готовності майбутнього педагога до включення в практичний процес передачі знань найкращого, що нагромаджено суспільством; підготовки вчителя до сприяння розвитку дитини — зростання її власних сил, розкриття вну-