

ПСИХОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСВОЄННЯ ПОНЯТЬ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ

Постановка проблеми. Високий рівень розвитку сучасної науки не повною мірою відповідає рівню засвоєння наукових понять (зокрема понять загальної фізики) сучасними студентами. Це пояснюється впливом системи об'єктивних факторів, які детермінують процес розвитку теоретичного мислення людини.

До об'єктивних чинників розвитку наукового мислення ми відносимо той комплекс зовнішніх умов, які не випадково, а закономірно впливають на процес засвоєння знань і зумовлюють ефективність цього процесу. До цих умов слід віднести соціально обумовлений імідж наукової фізики, соціальне замовлення на спеціалістів цього фаху, перспективи їх професійного росту, особистісного самоствердження, матеріального достатку тощо. Але зовнішні соціальні умови не механічно, безпосередньо впливають на процес засвоєння знань, а діють через активну взаємодію з внутрішніми чинниками – суб'єктивними особливостями людини. Складаючись під впливом зовнішніх умов, суб'єктивні умови детермінують інтелектуальну активність, вибірковість у сприйманні змісту наукового предмету студентами, мотивації їх до навчання, прагнення не тільки засвоїти навчальний предмет, але й зробити свій внесок у його розвиток. Так, видатні наукові досягнення в галузі теоретичної та експериментальної фізики в 30–40-х роках 20-го сторіччя, її вплив на соціально-економічні, промислові, політичні процеси в суспільстві стимулювали в молоді захоплення фізикою, прагнення стати фахівцем у цій галузі. Сьогодні загальний соціально-економічний і науковий занепад у нашому суспільстві стимулює у школярів і студентів зниження інтересу до науки, зокрема до оволодіння складною системою наукових понять теоретичної фізики. Для підвищення інтересу студентів до засвоєння фізики й ефективності її вивчення необхідно розкрити сутність процесу засвоєння фізичних понять.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблемі формування й засвоєння наукових понять у процесі навчання присвячені роботи [1-10]. У цих роботах представлені теорії, які намагаються розкрити механізми складних процесів засвоєння наукових понять: теорія єдності психіки і діяльності, теорія поетапного формування розумових дій.

Постановка завдання. В нашій статті розглянуто деякі психологічні проблеми сприймання й засвоєння наукових понять, зокрема понять загальної фізики.

Виклад основного матеріалу. Фізика – фундаментальна наука, що вивчає найбільш загальні властивості і закони змін оточуючих нас об'єктів матеріального світу. Поняття фізики та її закони лежать в основі всього природознавства.

Світ являє собою сукупність матеріальних об'єктів, що перебувають у постійній взаємодії й неперервному русі. Коло явищ, які вивчаються у фізиці, або умовні межі цієї науки визначити досить важко. Можна сказати тільки те, що нові відкриття, нові галузі технічних застосувань розширюють ці межі постійно.

Основною задачею курсу загальної фізики є підготовка до вивчення нових розділів сучасної фізики, які знаходять застосування в техніці. Без знань основних законів і явищ, що відносяться до загальної фізики, не можна приступати до вивчення спеціальних та професійно-орієнтованих дисциплін. Всі явища і процеси перебувають у певному причинному зв'язку одне з одним. На основі спостережень і дослідів вчені розкривають закономірні зв'язки і виявляють певний причинний зв'язок між змінами різних величин. На основі аналізу результатів спостережень і дослідів встановлюються основні закономірності загального характеру, яким підпорядковується перебіг різних процесів. Ці загальні закономірності називаються фізичними законами і служать основним вихідним положенням при аналізі кожного конкретного явища.

Але процес засвоєння базових понять загальної фізики свідчить про значні труднощі в розвитку абстрактного мислення студентів і потребує значної методичної та психологічної підготовки викладачів.

При аналізі складних процесів, де важко простежити і з'ясувати основні причинні зв'язки і закономірності внаслідок наявності цілого ряду додаткових зв'язків і закономірностей, намагаються перш за все відокремити головні закономірності і зв'язки від другорядних. Що в цьому процесі є головним, а що другорядним – це встановлюють порівняльним дослідом. Аналізуючи явища, виділяють головне суттєве явище від другорядного, несуттєвого, тим самим

створюють деяку умовну схему явища, користуючись науковими абстракціями. Абстракції – це поняття, які відображають тільки деякі суттєві властивості предметів або певні узагальнюючі характеристики процесу.

При застосуванні тих чи інших абстракцій і схем, які відображають дійсний процес тільки частково або відображають тільки певну сторону явища, слід завжди пам'ятати про обмеженість схематичних уявлень і абстракцій. Якщо виявляється якась розбіжність між результатами теоретичного аналізу і дослідом, то завжди слід перевірити законність і допустимість тих спрощень, що були зроблені при виборі схеми (моделі). При аналізі процесів і явищ треба в кожному конкретному випадку точно знати, які сторони явища відображаються даною схемою і коли, в якій мірі припустимо без помилки користуватись даною абстракцією.

При виборі схеми треба дуже обережно підходити до оцінки великого і малого. Якщо встановлено, що дана величина дуже велика, то обов'язково повинно бути чітко вказано, у порівнянні з якою величиною дана величина має велике значення. В одних дослідах і явищах суттєве значення мають і малі зміни деяких величин, в інших, навпаки, навіть помітні зміни величини не впливають на хід досліду або явища. Тільки ретельна і багаторазова перевірка різними дослідниками і обчисленнями впевнюють нас в правильності зроблених припущень.

Фізика – експериментальна наука, яка отримує свої результати, в основному за допомогою дослідів. Ці досліді проводять фізики-експериментатори, які з використанням приладів вивчають те чи інше фізичне явище. За результатами цих дослідів встановлюються закономірності між змінами деяких величин. Фізики-експериментатори досліджують фізичні явища за допомогою приладів. При цьому так чи інакше дослідник повинен вміти абстрагуватись від другорядних впливів на конкретне досліджуване явище.

Майстерність фізика-експериментатора полягає в тому, щоб відокремити суттєві залежності між величинами від несуттєвих, другорядних. При аналізі результатів дослідів фізик-експериментатор створює фактично експериментальну модель досліджуваного явища. Тобто при створенні експериментальної установки фізик апріорі передбачає, які зв'язки між досліджуваними величинами найбільш суттєві.

Крім фізиків-експериментаторів явища природи вивчають фізики-теоретики, які створюють математичну модель явища. Фізики-теоретики досліджують фізичні явища за допомогою математичного апарату. Зрозуміло, що ця модель повинна бути спрощеною (ідеалізованою) настільки, щоб відповідну задачу можна було розв'язати сучасними математичними методами. З іншого боку, модель повинна бути адекватною фізичній реальності. При створенні цієї моделі неминучі деякі припущення, котрі повинні виділити основні зв'язки між величинами, що досліджуються; при цьому нехтують зв'язками, які вважають другорядними. З рівнянь, що при цьому виникають, за законами математики отримують результати, які порівнюють з експериментальними результатами. Якщо теоретичні висновки збігаються з результатами дослідів, багаторазово повторених, то відповідна гіпотеза, що лягла в основу математичної моделі, стає фізичною теорією. Таким чином, без теоретичного аналізу, що здійснюється в основному засобами і методами математики, неможливе було б жодне детальне дослідження невідомих закономірностей.

При розгляді більш або менш складних явищ і процесів фізики створюють схематичні моделі, що відображають і враховують основні фактори і закономірності явища, що вивчається. Беручи до уваги загальні теоретичні припущення і відомості про аналогічні явища, вчені пропонують таку модель, яка допускає застосування методів математичного аналізу для з'ясування як основних закономірностей, так і додаткових деталей досліджуваного процесу.

Висновки, отримані за допомогою теоретичного розрахунку і виражені в кількісних співвідношеннях, далі перевіряються вимірюваннями при лабораторних експериментах. Результати порівняння підтверджують або спростовують точність і адекватність досліджуваної моделі. У всякому разі таке порівняння сприяє побудові більш досконалої моделі, яка, в свою чергу, піддається математичному аналізу і наступній експериментальній перевірці і т.д.

Така послідовна взаємодія теоретичного та експериментального досліджень являє собою неперервний процес і веде до все більш повного пізнання закономірностей явищ, що вивчаються. Історія фізичних відкриттів показує переконливі приклади надзвичайно продуктивної взаємодії фізиків-теоретиків і фізиків-експериментаторів.

За останні десятиріччя процес досліджень такого роду значно прискорюється. Удосконалюються методи експериментальних досліджень і застосовуються ефективні засоби

прикладної математики у вигляді сучасних, все більш і більш удосконалених електронних обчислювальних машин.

Фізика, як відомо, - це наука про найбільш загальні закони природи. При цьому досить складно серед величезної кількості явищ виділити саме ті, які описуються найбільш загальними законами.

Особливо важко нефахівцю розібратись у великій кількості понять і законів навіть загальної (не сучасної) фізики. Частіше за все загальна фізика для студента є накопиченням різноманітних, часто не зв'язаних між собою, понять і законів. За браком часу фізика викладається як дещо розширені довідкові матеріали. Студенти не відчують необхідність введення тих чи інших понять. Виникає так звана "драма ідей".

При вивченні фізики у студентів виникають труднощі психологічного порядку, пов'язані з тим, що, хоча фізика відноситься до так званих точних наук, але вона дуже широко використовує ідеалізовані (абстрактні) поняття. Це пов'язано з тим, що фізика має звичайно справу з дуже складними явищами і об'єктами, які перебувають у надзвичайно складних взаємовідносинах з іншими об'єктами. Таким чином, ідеалізація у фізиці є вимушеною. Метод фізики (на відміну від, наприклад, математики) як раз і полягає в тому, що в явищах вона намагається виділити найбільш суттєві моменти, а другорядними – знехтувати. Майстерність фізика полягає в тому, щоб у явищі, яке вивчається, відокремити суттєві фактори від несуттєвих.

Мислення фізика досить специфічне, і воно часто не зрозуміле для нефахівців із цієї науки. Те, що для викладача фізики є природним, для студентів виглядає незрозумілим. Мова фізики досить складна для студентів через те, що поняття фізики часто викладаються в дуже формалізованому вигляді. Тому студентам важко розібратись у тому, наскільки ідеалізовані поняття фізики пов'язані з реальними явищами і об'єктами.

Важко навчити сучасних студентів, для яких фізика, починаючи зі школи, стала другорядною дисципліною, фізичному мисленню.

У нашій статті ми розглянемо деякі ідеалізовані (абстрактні) поняття механіки. Механіка вивчає найпростіші рухи – переміщення макроскопічних тіл на макроскопічній відстані. Класична механіка вивчає рухи зі швидкістю, значно меншою від швидкості світла у вакуумі. Окремим розділом механіки є статика – розділ, що вивчає рівновагу тіл.

Оскільки в механіці вивчаються макроскопічні тіла, то з цього вже випливає, що вона нехтує молекулярною структурою речовини. Механіка вивчає макроскопічні тіла як ціле. Таким чином, уже в механіці виникає потреба введення ідеалізованих (абстрактних) понять.

Існують фізичні поняття двох типів: поняття, які описують об'єкти фізичних досліджень; і поняття, які є чисельними характеристиками фізичних процесів і явищ (це "фізичні величини").

Розглянемо деякі поняття, що є об'єктами механіки [11, 12].

Матеріальна точка. Вивчення фізики звичайно починається з її найстарішого розділу - механіки. У механіці спочатку розглядаються кінематика і динаміка так званої *матеріальної точки*.

Матеріальною точкою в механіці називається матеріальне тіло, розміри якого значно менші відстаней до інших тіл, а також значно менші відстаней, які проходить дане тіло.

Треба звернути увагу на те, що матеріальна точка – це відносне, а тому абстрактне поняття. Матеріальних точок в природі не існує. Одне й теж тіло, в залежності від умов задачі, або може вважатися матеріальною точкою, або не може.

Найбільш яскравим і зрозумілим для студентів прикладом є Земля. Якщо розглядати річне обертання Землі навколо Сонця за проміжки часу, за які Земля проходить відстань, значно більшу

її діаметра $\left(t \gg \frac{d}{v} = \frac{6370}{30} \frac{\text{км}}{\text{км/с}} \approx 210 \text{ c} \right)$, то в умовах такої задачі Землю можна розглядати як

матеріальну точку. Якщо ж розглядається добове обертання Землі навколо своєї осі, то, звісно, в такому випадку ні в якому разі не можна Землю вважати матеріальною точкою.

Інерціальна система відліку. Одним з фундаментальних понять, яке використовується у всіх розділах фізики (а не тільки у механіці), є поняття *інерціальної системи відліку* (ІСВ). Це поняття виникло з дослідів Галілея та їх узагальнення Ньютоном. В результаті був сформульований закон інерції Галілея-Ньютона, який носить назву першого закону Ньютона. В багатьох підручниках формулювання законів Ньютона і поняття інерціальної системи відліку утворюють замкнене логічне коло: 1) "Три закони Ньютона справедливі в інерціальних системах відліку..."; 2) "Інерціальними є ті системи відліку, де виконується перший закон Ньютона". Досить

часто перший закон Ньютона формулюють так, що він здається частинним випадком другого закону. В такому разі незрозуміло виділення першого закону і його номер. На наш погляд, перший закон Ньютона постулює існування ІСВ, в якій прискорення тіл зумовлені тільки їх взаємодіями. А вже другий і третій закони Ньютона формулюються в ІСВ. На нашу думку, більш правильним формулюванням першого закону Ньютона є наступне: існує така система відліку, відносно якої вільне тіло (тобто тіло, що не взаємодіє ні з якими іншими тілами; або тіло, від якого всі інші тіла віддалені на нескінченність) рухається рівномірно і прямолінійно. Ця система відліку називається *інерціальною*. Абстрактність цього поняття (ІСВ) впливає вже з того, що у такому формулюванні першого закону Ньютона зустрічається ще одне абстрактне поняття – *вільне тіло*. Таких тіл в природі не існує, тому що не можна вказати жодного тіла, яке не взаємодіяло б з іншими тілами, або було б віддалене від інших тіл на нескінченність.

Крім того, виникає потреба вказати, як можна реалізувати таку ІСВ, а головне – вказати відповідне тіло відліку. Спочатку було запропоновано вважати ІСВ так звану *геоцентричну* систему відліку, тобто систему, зв'язану із Землею. Але досить швидко з дослідів з маятником Фуко і аналогічних дослідів стало зрозуміло, що геоцентрична система відліку не може вважатися ІСВ, тому що в цій системі виникають прискорення, які не можна пояснити взаємодіями з якимись тілами – як відомо, площина коливань маятника Фуко поблизу поверхні Землі повертається без видимих причин. Як було з'ясовано, такий поворот площини коливань маятника, а, отже, і неінерціальність геоцентричної системи зумовлюється як добовим, так і річним обертанням Землі навколо Сонця.

Таким чином, геоцентричну систему відліку можна вважати інерціальною тільки наближено, тільки за умов, якщо добовим і річним обертанням Землі можна знехтувати. (Наприклад, якщо тривалість процесів, що вивчаються, значно менше від тривалості доби).

Довгий час пропонувалось (і це містилось майже у всіх підручниках і посібниках з фізики) вважати інерціальною так звану *геліоцентричну* систему відліку, тобто систему, зв'язану з Сонцем, координатні осі якої “реалізовувались” у вигляді твердих стержнів (або у вигляді світлових променів), напрямлених від центру Сонця до дуже віддалених зірок.

В останні роки з'явилися експериментальні результати, які свідчать, що і така геліоцентрична система відліку не тільки рухається поступально, але й обертається навколо центра нашої Галактики. А це означає, що таку систему, суворо кажучи, не можна вважати інерціальною. Треба мати на увазі, що інерціальність геліоцентричної системи відліку також є наближеною.

Зауважимо, що прискорення центра мас Землі становить біля $6 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}^2$, а прискорення центра мас Сонця у процесі його руху навколо ядра Галактики близьке до $3 \cdot 10^{-10} \text{ м/с}^2$. Можна сподіватись, що величезне за масою ядро Галактики настільки віддалене від інших галактик та квазарів, що воно рухається у Всесвіті зі ще меншим прискоренням.

По-справжньому інерціальна система відліку повинна бути зв'язаною з тілом нескінченно великої маси. З цього випливає, що ІСВ є ідеалізованим поняттям, абстракцією. Серед усіх доступних для використання в сучасній фізиці систем відліку найближчою до ІСВ є геліоцентрична система.

Суть *принципу Маха* полягає в тому, що інерція тіла визначається його взаємодією (гравітаційно-інерціальною) з іншими тілами Всесвіту. За ідеєю Маха, сили інерції, як і будь-які інші, повинні мати конкретне джерело. Але дослід показує інваріантність законів природи при переході від однієї інерціальної системи відліку до іншої, а це прямо вказує на незалежність законів від впливу далеких тіл.

Якщо звернутись до Всесвіту, в якому ми живемо, то в ньому фактично далекі галактики і реліктове поле випромінювання виділяють в кожній точці одну систему відліку, яка перебуває у “спокої” в середньому відносно матерії. У такій системі ми у всіх напрямках спостерігаємо ізотропне червоне зміщення світла далеких галактик, температура радіофону у всіх напрямках дорівнює 3 К. У системі, що рухається рівномірно і поступально, ми спостерігали б у напрямку руху анізотропію червоного зміщення галактик, а температура фону була б вище 3 К (а в протилежному напрямку – нижче).

Таким чином, система, що зв'язана з реліктовим випромінюванням, із загальною масою далекої речовини, дійсно має фізичні переваги, і вона інерціальна в кожній точці.

Абсолютно тверде тіло. Однією з фізичних абстракцій, що вивчається у механіці, є поняття *абсолютно твердого тіла*.

Абсолютно твердим тілом називається тіло, відстань між будь-якими точками якого не змінюється. Таким чином, абсолютно тверде тіло – це тіло, яке не можна деформувати. Таких тіл в природі не існує.

Будь-яке тверде тіло складається з атомів (або молекул), які знаходяться у вузлах кристалічної решітки. При прикладенні до нього достатніх зовнішніх сил відстань між окремими атомами буде змінюватись – тіло буде деформуватись.

Але абсолютно твердим тілом можна наближено вважати тіло, відносна деформація якого дуже мала, і чим ця деформація менша, тим ближче дане тіло до абсолютно твердого. Інакше кажучи, тіло можна розглядати як абсолютно тверде, якщо його абсолютна деформація значно менша його лінійних розмірів.

Зауважимо, що в абсолютно твердому тілі швидкість поширення пружних хвиль була б нескінченно великою. Зміщення одних його точок з положення рівноваги повинно викликати таке ж *миттєве* зміщення інших точок на будь-якій відстані. (Нагадаємо, що абсолютно тверде тіло не деформується). Формально цей результат можна отримати з формули (наприклад, для повздовжніх пружних хвиль в твердому тілі) $v = \sqrt{E/\rho}$, де ρ – густина твердого тіла, E – модуль Юнга, який для абсолютно твердого тіла прямує до нескінченності. Оскільки $E \rightarrow \infty$, то і $v \rightarrow \infty$.

Абсолютно пружне тіло. У механіці часто використовується поняття *абсолютно пружного тіла*. Так називається тіло, яке після припинення дії зовнішніх сил повністю відновлює свою початкову форму і розміри. Отже, абсолютно пружним можна називати тіло, залишкова деформація якого дорівнює нулю. Зрозуміло, що таких тіл в природі не існує. Будь-яке тверде тіло після припинення дії зовнішніх сил буде мати ту чи іншу залишкову деформацію. Під дією зовнішніх сил відстані між атомами (молекулами) у вузлах кристалічної решітки змінюються. Після припинення зовнішньої дії, якби кристалічна решітка була ідеальною, всі атоми завдяки їх взаємодії між собою повертались би у свої початкові положення. Але через те, що ідеальних кристалічних решіток не існує (у будь-якому реальному кристалі мають місце дефекти – точкові, лінійні, об'ємні), то наявність дефектів призводить до необоротних процесів, зв'язаних із зміщеннями атомів у нові положення, які можуть бути зафіксованими.

Наближено абсолютно пружним можна вважати тіло, залишкова деформація якого значна менша від максимальної деформації, яка виникає в тілі при дії зовнішніх сил.

Абсолютно непружний удар. Цікавим прикладом явищ, де має місце втрата механічної енергії під дією так званих дисипативних сил, є *абсолютно непружний удар*. Так називається зіткнення двох тіл, в результаті якого вони з'єднуються разом і рухаються далі як одне тіло. Прикладом може бути попадання кулі в ящик з піском, підвішений на мотузках. Куля, що застрягла в піску, залишається в ящику і далі рухається разом із ним. Тіла з пластиліну або глини при зіткненні звичайно зминаються і потім рухаються разом. Таке зіткнення також може розглядатись як приклад абсолютно непружного удару. Точно так саме зіткнення двох свинцевих куль можна з хорошим наближенням розглядати як абсолютно непружний удар.

Фізичні явища при зіткненні тіл досить складні. Тіла, що стикаються, деформуються, в них виникають пружні сили і сили тертя, в тілах збуджуються коливання і хвилі. Однак, якщо удар непружний, то врешті решт всі ці процеси припиняються, і в подальшому обидва тіла, з'єднавшись разом, рухаються як єдине тверде тіло.

Абсолютно пружний удар. Цікаві перетворення кінетичної енергії у потенціальну і навпаки спостерігаються при так званому *абсолютно пружному ударі*. Так називається зіткнення тіл, в результаті якого їх внутрішні енергії не змінюються. В чистому вигляді такий випадок при зіткненні макроскопічних тіл не зустрічається. Але до нього можна наблизитися досить близько. Це має місце, наприклад, при зіткненнях більярдних куль із слонової кістки. При зіткненні атомних, ядерних або елементарних частинок може реалізовуватись і випадок абсолютно пружного удару в чистому вигляді. Така можливість зв'язана з квантовими законами. Внутрішні стани і відповідні їм значення внутрішньої енергії атомних частинок дискретні (квантовані). Частинки при зіткненні можуть розлітатись без зміни внутрішніх станів. Тоді зіткнення і буде абсолютно пружним. Так буде завжди, коли кінетичної енергії частинок, що стикаються, недостатньо, щоб перевести хоча б одну із них з нормального стану у найближчий збуджений стан, який характеризується більшим значенням внутрішньої енергії. При більших енергіях зіткнення може супроводжуватись збудженням однієї або обох частинок із збільшенням їх

внутрішніх енергій. Нарешті, може бути і такий випадок, коли стикаються збуджені частинки і в результаті зіткнення їх внутрішні енергії зменшуються. У всіх таких випадках кажуть про *непружні удари*. Зауважимо, що саме neprужні удари використовуються у прискорювачах елементарних частинок для вивчення будови або енергетичних спектрів цих частинок.

При центральному абсолютно пружному ударі двох куль їх кінетична енергія, зв'язана з рухом їх центра мас, змінитись не може, оскільки не може змінитись швидкість самого центра мас. Може зазнати перетворень тільки кінетична енергія відносного руху куль. У випадку абсолютно пружного удару кулі при зіткненні деформуються, і кінетична енергія частково переходить у потенціальну енергію пружних деформацій. У певний момент уся кінетична енергія відносного руху переходить у потенціальну енергію пружно деформованих куль. У цей момент кулі подібні стиснутим пружинам, які намагаються перейти в недеформований стан. Завдяки цьому починається зворотній процес переходу енергії пружних деформацій у кінетичну енергію поступального руху куль. Коли цей процес припиняється, кулі розлітаються в різні боки і знову стають недеформованими. Таким чином, кінетична енергія поступального руху куль знову набуває вихідного значення, яким воно було до удару. Для реальних тіл цей процес ускладнюється виникненням пружних збурень, що поширюються у кулях зі швидкістю звуку, випромінюванням звукових хвиль у зовнішній простір, а також внутрішнім тертям і залишковими деформаціями. Після такого зіткнення частина енергії несеться у вигляді пружних збурень, внутрішніх рухів і звукових хвиль, що випромінюються в оточуюче середовище. Ця частина енергії врешті-решт переходить у теплову (внутрішню) енергію. Вона може бути дуже малою й у граничному випадку ідеально пружних куль дорівнює нулю.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Наведені приклади свідчать про те, що у вивченні курсу фізики поєднуються елементи спостереження за реальними процесами природи і розуміння її універсальних загальних закономірностей. Для розуміння складних взаємовідношень між сприйманням реальних об'єктів і побудовою загальних закономірностей (абстрактних моделей) явищ природи слід розкрити психологічну сутність цих процесів, тобто розкрити їхні психологічні механізми.

У психології існує ряд теорій, які прагнуть розкрити когнітивні механізми складних процесів засвоєння наукових понять. Однією з них є теорія єдності психіки і діяльності (Л.С. Виготський, С.Л. Рубінштейн, О.М. Леонтьєв, Б.Ф. Ломов та інші) [1-4]. Згідно з цією теорією засвоєння знань розглядається як особлива форма психічної діяльності, тобто не як результат механічного запам'ятовування спостережуваних явищ у формі наочних образів і вербальних термінів, а як процес, який має складний операційний склад, проходить певні стадії формування, і яким можна керувати в умовах ефективної організації навчання.

Однією з прикладних теорій навчання є теорія поетапного формування розумових дій (Ж. Піаже, П.Я. Гальперін, Н.Ф. Талізін, В.В. Давидов та ін.) [5-10].

Пізнання складається з генетично пов'язаних ланок єдиного процесу поступового перетворення матеріальних дій (спостереження, вимірювання, обчислення та ін.) в ідеальні (інтеріоризовані) дії, тобто переводу дій із зовнішніх у внутрішні за допомогою вербалізації. Увага учнів повинна бути спрямована не на випадкові якості об'єктів, а на суттєві їхні властивості, виявлення як їх специфічності, так і схожості з іншими явищами. Узагальнення суттєвих ознак відбувається шляхом вербалізації спочатку в зовнішній, а потім у внутрішній мові (інтеріоризація), що означає перехід на теоретичний рівень знання, завдяки якому учні не механічно заучують наукові терміни, а починають розуміти їхню сутність. На третьому етапі пізнання відбувається процес екстеріоризації, тобто винесення дій знову на зовнішній план, що реалізується в самостійному і свідомому застосуванні знання при розв'язанні практичних задач. При навчанні дітей необхідно організувати всі три етапи розумових дій. Але у студентів, якщо вони мають необхідний об'єм раніше засвоєних фізичних понять, можна починати роботу з теоретичного етапу, ілюструючи його наочними прикладами, і підводити до самостійного вирішення певних практичних і теоретичних проблем. Але якщо студенти не мають належної попередньої підготовки, вони мусять пройти всі етапи розвитку розумових дій при засвоєнні кожного з наведених нами фізичних понять.

Список використаних джерел

1. Виготский Л.С. Педагогическая психология / Л.С. Виготский: под ред. В. В. Давыдова. – М.: Педагогика, 1991. – 479 с.

2. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии / С.Л. Рубинштейн. – СПб.: Питер Ком, 1999. – 705 с.
3. Леонтьев А.Н. Избранные психологические труды: В 2 т. Т. 1 / А.Н. Леонтьев. – М.: Педагогика, 1983. – 392 с.
4. Ломов Б.Ф. Методологические и теоретические проблемы психологии / Б. Ф. Ломов. – М.: Наука, 1984. – 444 с.
5. Пиаже Ж. Психология интеллекта: избр. психол. тр. / Ж. Пиаже. – М.: Просвещение, 1969. – 659 с.
6. Гальперин П.Я. К исследованию интеллектуального развития ребенка / П. Я. Гальперин // Хрестоматия по возрастной и педагогической психологии. – М.: МГУ, 1981. – Ч. 2. – С. 198–203.
7. Талызина Н.Ф. Теоретические основы программированного обучения / Н. Ф. Талызина. – М.: МГУ, 1976. – 102 с.
8. Давыдов В.В. Теория развивающего обучения / В.В. Давыдов. – М.: ИНТОР, 1996. – 541 с.
9. Давыдов В.В. Основные проблемы развития мышления в процессе обучения / В.В. Давыдов // Хрестоматия по возрастной и педагогической психологии. – М.: МГУ, 1981. – Ч. 3. – С. 203–207.
10. Давыдов В.В. Учебная деятельность: состояние и проблемы исследования / В. В. Давыдов // Вопросы психологии. – 1991. – № 6. – С. 5–14.
11. Савельев И.В. Курс общей физики. Т. 1. Механика. Молекулярная физика / И. В. Савельев. – М.: Наука, 1977. – 410 с.
12. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т. 1. Механика / Д.В. Сивухин. – М.: Наука, 1974. – 520 с.

Бочарова С.П., Хохлов В.И.

Психологічні аспекти засвоєння понять загальної фізики

У статті розглянуто деякі психологічні проблеми сприйняття і засвоєння наукових понять, зокрема понять загальної фізики. Наведено приклади ідеалізованих (абстрактних) понять класичної механіки. Пропонується звернути увагу на ці проблеми при викладанні загальної фізики.

Ключові слова: психологія, фізика, поняття, засвоєння, мислення, абстракції, модель, механіка, вербалізація.

Бочарова С.П., Хохлов В.И.

Психологические аспекты усвоения понятий общей физики

В статье рассмотрены некоторые психологические проблемы восприятия и усвоения научных понятий, в частности, понятий общей физики. Приведены примеры идеализированных (абстрактных) понятий классической механики. Предлагается обратить внимание на эти проблемы при преподавании общей физики.

Ключевые слова: психология, физика, понятие, усвоение, мышление, абстракции, модель, механика, вербаллизация.

S. Bocharova, V. Khokhlov

Psychological Aspects of Mastering Concepts of General Physics

Some psychological problems of perception and learning scientific concepts are considered as well as concepts of general physics. The examples of idealized (abstract) concepts of classical mechanics are given. The paper proposes to take these problems into consideration while teaching general physics.

Key words: psychology, physics, concepts, mastering, thinking, abstractions, model, mechanics, verbalization.

Стаття надійшла до редакції 15.09.2009 р.