

ного ППЗ. Для пілотів важливо розрізняти наступні швидкості: повітряну (швидкість літака відносно повітряної маси вимірюється спеціальним приладом для визначення швидкості – вказівником швидкості, наприклад "УСИМ-1"), шляхову (швидкість літака відносно землі вимірюється доплерівським вказівником швидкості і зносу (ДИСС)), вертикальну складову швидкості (дає можливість пілоту визначити вид польоту: горизонтальний (покази приладу рівні нулю), з набором висоти (покази приладу більші нуля), зменшення висоти польоту (покази приладу менші нуля), вимірюється варіометром).

Прикладом задачі з елементами тренажерної підготовки пілотів може бути наступна (використаний бортовий прилад тренажеру літака ЯК-42, "УСИМ-1") (рис. 6): Відстань між двома пунктами польоту рівна 3000 км. Відстань 300 км літак пролетів за 1 год. при показі приладу УСИМ-1, вказаному на малюнку. Визначити, якими повинні бути покази приладу, щоб за 5 годин пролетіти шлях, який залишився.



Рис. 6. "УСИМ-1"

Розв'язання: Спочатку визначимо шляхову швидкість, вважаючи що літак летів рівномірно і прямолінійно:

$$W = \frac{S}{t} = \frac{300}{1} = 300 \text{ км/год.}$$

Визначимо повітряну швидкість за показами приладу: $v = 350 \text{ км/год.}$

Порівняємо шляхову та повітряну швидкості: $v = W + 50 \text{ (км/год.)}$.

Розрахуємо шлях, який залишилося пройти: $S_{ост} = 3000 - 300 = 2700 \text{ (км)}$.

Визначимо необхідну шляхову швидкість польоту:

$$W_H = \frac{S_{ост}}{t_{ост}} = \frac{2700}{5} = 540 \text{ км/год.}$$

Необхідне значення показу приладу становить: $V_H = W_H + 50 = 590 \text{ км/год.}$

При розробці ППЗ з фізики в авіаційному ВНЗ на прикладі модуля «Механіка», одним із структурних елементів якого є система розвитку навичок розв'язування задач з фізики, враховується той факт, що дані вміння повинні розвиватися не тільки безпосередньо на заняттях з фізики, але й самостійно в позаурочний час, тобто однією із функцій розробленого ППЗ є функція самоосвіти й самокоригування курсантами власних навчальних досягнень.

Висновки. Створення ППЗ, структурним елементом якого є розвиток навичок розв'язування задач з фізики в поєднанні з професійним навчанням, є одним із важливих завдань сучасної дидактики у процесі підготовки пілотів.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці ППЗ з адаптивною системою розв'язування задач з фізики.

Список використаних джерел:

1. Самаржян Ш.С. Расчеты и глазомер в авиации / Ш.С. Самаржян. – М. : Воениздат, 1980. – 128 с.
2. Фоменко В.В. Курс загальної фізики: Модуль 1. Класична механіка : навчальний посібник / Володимир Валентинович Фоменко. – Кіровоград : ДЛАУ, 2007. – 124 с.

In the article the features of selection of tasks are examined on-course general physics and methodology of their decision on the example of the module of "Mechanic" with the purpose of upgrading of preparation of future pilots by means of the use of new of informatively-communication technologies.

Key words: of informatively-communication technologies, pilots, decision of tasks, physics.

Отримано: 15.09.2012

УДК 378.016:53+577.3; 53.082.25:004.853;896

А. О. Губанова¹, О. В. Кулікова², В. З. Нікорич³

¹Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

²Інститут Прикладної фізики АН Молдови

³Молдавський державний університет

ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛІ МІЦЕЛИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЗНАТЬ З ЕЛЕКТРИКИ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ У ВНЗ

В статті поданий метод реалізації використання моделі міцели для вивчення електрокінетичних явищ з дотримання повного циклу пізнавальних дій.

Ключові слова. Колоїди, міцела, електрокінетичний потенціал, напруженість електричного поля, пізнавальні дії.

Методика застосування комп'ютерних та інших моделей з метою формування компетентісно-світоглядних професійних якостей майбутніх вчителів фізики повинна застосовуватися з «... дотриманням повного циклу пізнавальних дій, який вибудовується як сприйняття виучуваного матеріалу, його осмислення, запам'ятовування і застосування на практиці» [1 с. 74].

Компетентістський підхід до вивчення будь якої теми з фізики студентами природничих спеціальностей ВНЗ, як правило, складається з основних трьох частин: опис явища; викладення фізичної теорії або теорій; застосування теорії до отримання рішення задачі; розгляд впливу оточуючого середовища на поведінку розглянутої системи; аналіз придатності запропонованої моделі до опису явища в заданих умовах.

Опис явища; викладення фізичної теорії, або теорій.

Серед природних і добутих людиною матеріалів і виробів більшість є сумішами кількох простих або складних хімічних речовин. Всі багатокомпонентні системи поділяються на гомогенні чи однофазні і гетерогенні чи багатофазні. Систему, яка складається з однієї речовини у вигляді окремих молекул

або іонів, називають однофазною. Якщо у даній фазі присутні частинки іншої речовини, які складаються з багатьох молекул, або іонів, то утворюється гетерогенна – двофазна система. Зустрічаються також і багатофазні системи.

У гетерогенних системах на межі розділення фаз існує надлишок вільної енергії – поверхневої енергії, що зумовлює виникнення в системі поверхневих явищ. Коли частинки досить малі, поверхневі явища відіграють значну роль у поведінці системи – система набуває нових властивостей, не схожих на властивості гомогенних розчинів. Такі *мікрогетерогенні* та *ультрамикрогетерогенні* системи вивчає *колоїдна хімія*, процеси, які в ній вивчаються, є фізичними.

Важливим етапом становлення колоїдної хімії як самостійного розділу науки слід вважати 1861 р., коли англійський вчений Т. Грем виявив уповільнену дифузію розчинів деяких речовин через пергаментну мембрану. При упарюванні, а також при додаванні солей ці речовини давали пухкі осадки. До таких незвичайних речовин належали розчини гідроксидів заліза та алюмінію, а також розчини деяких природних сполук: крохмалю, агар-агару, желатину,

тощо. Розчини цих органічних сполук використовувалися як клеї. Грем назвав їх *колоїдами*. Далі Грем розділив всі хімічні розчини на два класи: *кристалоїди* і *колоїди*. Кристалоїди (солі, луги, кислоти) при розчиненні дають істинні розчини, в яких розчинена речовина знаходиться у вигляді окремих молекул або іонів. Розчини колоїдів, за Гремом, відрізнялися рядом особливостей: сповільнена дифузія, висока в'язкість, відносна нестабільність. На відміну від кристалоїдів, у насичених розчинах яких виділяються кристали, колоїди утворюють, за думкою Грема, пухкі осаді аморфної структури. Розчинник носить назву дисперсійне середовище, а речовини, які знаходяться у вигляді малих частинок – дисперсна фаза.

В залежності від агрегатного стану дисперсної фази та дисперсійного середовища для двохфазних систем можливі такі 9 комбінацій дисперсних систем (табл. 1) [2].

Для опису дисперсної системи тверде тіло – рідина використовують модель міцели. Колоїдна міцела – структура досить складна. Вона не має певного хімічного складу і маси. Разом з тим, принципи питання щодо будови міцели останнім часом з'ясовані чітко і однозначно. Центральна частина міцели – ядро містить речовину, нерозчинну або погано розчинну в даному дисперсійному середовищі. Звичайно це мікрокристали або агрегати з кількох мікрокристалів. Розміри ядра міцели залежать від природи речовини і умов утворення колоїдної системи і можуть змінюватись у досить широких межах.

Таблиця 1

Класифікація дисперсних систем за агрегатними станами

№	Дисперсна фаза	Дисперсійне середовище	Назва	Приклади
1.	Тверде тіло	Тверде тіло	Тверді колоїдні розчини, золі	Мінерали, сплави металів, смальти
2.	Рідина	Тверде тіло	Тверді емульсії, пористі тіла	Капілярні системи, ґрунт, адсорбенти, жива тканина
3.	Газ	Тверде тіло	Пористі і капілярні системи	Пемза, силікагель, ґрунт
4.	Тверде тіло	Рідина	Золі, суспензії (глини у воді)	Врівноважені частинки в природних водах
5.	Рідина	Рідина	Емульсії	Молоко, креми, мазі, фарби, мастила
6.	Газ	Рідина	Піни	Мильна піна, шампанське
7.	Тверде тіло	Газ	Аерозолі	Дим, пил
8.	Рідина	Газ	Аерозолі	Хмари, тумани
9.	Газ	Газ	Дисперсні системи відсутні	

Поверхня ядра має великий запас вільної енергії, який зменшується, якщо ядро покрити шаром іонів. Існують дві можливості появи іонів на поверхні ядра:

1. Ядро являє собою малорозчинну слабку основу чи кислоту, наприклад кремнієву. У водному середовищі кислота дисоціює $\text{H}_2\text{SiO}_3 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HSiO}_3^-$.

Іони H^+ дифундують у розчин, а аніони кислотних залишків залишаються на поверхні ядра, утворюючи шар іонів, знак яких визначає електричний заряд гранули. Такі іони носять назву потенціалвизначаючих.

2. Частіше здійснюється інша можливість утворення поверхневого електричного шару (ПЕШ). На поверхні кристалів ядра вибірково адсорбуються катіони чи аніони, які знаходяться в розчині, а іони протилежного знаку за термодинамічними законами не можуть адсорбуватися на поверхні кристалів.

Найкраще адсорбуються однойменні або ізоморфні іони, оскільки вони добувають кристалічну решітку. Далі за шаром потенціалвизначаючих іонів утворюється шар проти іонів (іонів протилежного знаку, вони носять назву компенсуючі іонів). Шар проти іонів має особливості: його розділяють на два підшари – частина проти іонів жорстко зв'язана з гранулою, а частина розташована поблизу гранули, але знаходиться в розчині і приймає участь у вільному тепловому русі.

Розглянемо метод отримання дисперсних (колоїдних) станів речовини – колоїдної системи на прикладі утворення міцели (гранули з дифузним шаром іонів протилежного знаку) хлориду срібла. Такий процес відбувається при повільному доливанні водного розчину хлориду натрію NaCl у водний розчин нітрату срібла AgNO_3 . Будемо вважати, що в об'ємі частинки хлориду срібла іони розташовані в тому ж порядку, що і в кристалічній решітці AgCl . На своїй поверхні частинка адсорбує переважно ті іони, які входять в її склад (або ізоморфні за типом кристалічної решітки) і знаходяться в надлишковій кількості в оточуючому розчині. Іони, що адсорбуються на поверхні частинки визначають знак її електричного заряду. При наявності поверхневого шару іонів одного знаку заряд ріст кристалів AgCl зупиняється, і частинки (агрегати) не збільшуються за розміром – подальша зміна агрегатного стану не відбувається. Нейтральний агрегат разом з адсорбованими іонами Ag^+ утворюють ядро (рис. 1). Надлишкові за зарядом адсорбовані іони Ag^+ називають потенціалстворюючими. До зарядженого ядра притягуються іони протилежного знаку. В даному випадку такими будуть іони протилежного знаку. В даному випадку будуть іони, що є в розчині (але не входять у склад агрегату), – нітрат іони NO_3^- . Шар від'ємно заряджених іонів, який слідує за шаром потенціалстворюючих іонів також адсорбується, утворюючи зовнішній шар гранули. За адсорбованим шаром знаходиться дифузний шар також від'ємних іонів (рис. 1). Іони дифузного шару орієнтують навколо себе полярні молекули розчинника, створюючи додаткову гідратну оболонку. Іони адсорбованого шару досить міцно зв'язані з агрегатом, а іони дифузного шару знаходяться під впливом двох факторів: електростатичного притягування іонами протилежного знаку заряду, що утримує їх поблизу ядра, та броунівським рухом, що намагається розподілити їх в дисперсному середовищі розчинника. Будова міцели показана на рис. 1. Гранула разом з дифузним шаром іонів називається міцелою. Міцела – нейтральне утворення.

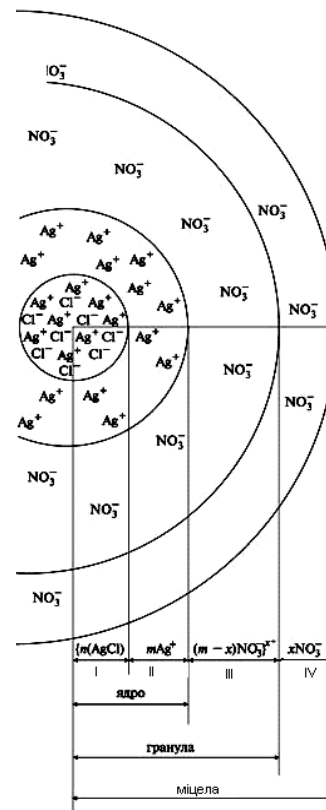


Рис. 1. Будова (переріз) міцели хлориду срібла I. Агрегат II. Іони адсорбовані агрегатом III. Іони протилежного знаку адсорбованого шару IV. Іони дифузного шару

Формула міцели гідрозолу хлориду срібла запишеться наступним чином:

$$\{n(\text{AgCl}), m\text{Ag}^+, (m-x)\text{NO}_3^-\}^{x+} \times \text{NO}_3^-$$
 У фігурних дужках – гранула, іони, що знаходяться за фігурними дужками – зовнішня частина міцели. Вказаний механізм утворення міцели відноситься до ліофобних колоїдів і описаний в [3]. Будова міцели та заряд гранули залежить від методу отримання колоїдного розчину. Визначення заряду гранули має велике значення для пояснення та передбачення поведінки дисперсних систем. Шар іонів навколо агрегату та адсорбований шар, разом з дифузним шаром іонів протилежного знаку, утворюють подвійний електричний шар. В ньому число позитивних та негативних іонів однакове, тому міцела електронейтральна і її властивості і будова суттєво змінюється залежно від умов, у яких знаходиться золь. Слід розглянути розподіл електричного потенціалу поблизу міцели. Між ядром та розчином виникає термодинамічний або ϕ (ϕ)-потенціал.

Це різниця потенціалів, що утворюється всіма позитивними та негативними зарядами міцели. Другий потенціал, що називають електрокінетичним, або ζ (дзета)-потенціалом, існує між шаром адсорбованих іонів та шаром дифузних іонів. Цей потенціал називають електрокінетичним тому, що дифузний шар рухомий і може переміщуватися під час руху міцели. Він складає частину термодинамічного потенціалу, тому завжди менший за нього (рис. 2).

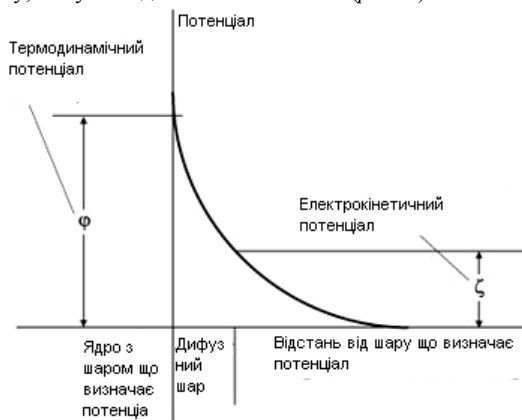


Рис. 2. Співставлення термодинамічного (ϕ) і електрокінетичного (ζ) потенціалів

На рис. 2 показаний електрокінетичний потенціал (згідно теорії Гуї-Чапмена [4, с.418]) – він спадає зі збільшенням відстані від гранули, або твердого тіла. На ζ -потенціал впливає концентрація іонів у розчині – при збільшенні концентрації іонів він зменшується за рахунок переходу іонів дифузного та адсорбованого шарів, або за рахунок заміни іонів одного знака електричного заряду на протилежний.

Знак заряду гранули може змінюватися при заміні розчинника. Заряд колоїдної частинки визначається за напрямком її руху до відповідного електроду при наявності постійного електричного струму.

Дифузний шар фонові міцели не стійкий, при переміщенні міцели відбувається його частковий розподіл, при цьому дисперсна фаза та оточуючий простір набувають протилежних зарядів. В електричному полі гранула переміщується до одного електроду, в той час як частина іонів дифузного шару відривається від міцели та переміщується до протилежного електроду. Якщо в електричному полі колоїдна частинка не переміщується, то її заряд дорівнює нулю, що вказує на ізоелектричний стан.

Особливо важливе значення має концентрація іонів різного знака в дисперсійному середовищі, яким часто слугує електроліт. Якщо до золю додати розчин електроліту, іони з дифузного шару починають переходити у нерухомий (адсорбційний) шар. Дифузний шар буде ущільнюватися, значення ζ -потенціалу, відповідно, зменшуватись. Коли всі іони з дифузного шару перемістяться в нерухомий шар, ζ -потенціал стане рівним нулю, міцела втратить здатність рухатися в електричному полі. Такий стан колоїдної системи названо *ізоелектричним*. У цьому стані зміняться властивості колоїдної системи. Перш за все, у колоїдних міцел з таким ущільненим шаром компенсуючих іонів різко зменшиться здатність відштовхуватись одна від одної при зіткненні. Внаслідок цього звичайно починається процес злипання міцел в агрегати, які випадають в осад, золь руйнується. Відзначимо, що дифузний шар і ζ -потенціал, що його характеризує, являється одним з найважливіших факторів стійкості колоїдних систем.

Поставимо задачу. Знайти залежність напруженості електричного поля у подвійному електричному шарі (ПЕШ) від відстані від центра міцели золю (AgI) та відобразити цю залежність на графіку. Вважаємо, що радіус ядра міцели R , товщина нерухомого (відносно центру міцели) шару компенсуючих іонів становить $0 \leq r' \leq 10 \text{ \AA}$, а дифузного шару компенсуючи іонів $0 \leq r'' \leq 40 \text{ \AA}$. Тобто радіус гранули $R + r'_{\text{max}}$, а міцели $R + r'_{\text{max}} + r''_{\text{max}}$.

Розв'язок. На відстані $R + r'_{\text{max}}$ термодинамічний потенціал гранули рівний ϕ (рис. 2).

При збільшенні r'' потенціал спадає, при цьому швидкість його спадання з відстанню до центра міцели залежить від густини проти іонів у дифузному шарі.

Швидкість зміни потенціалу поля визначається значенням напруженості електричного поля, яку визначаємо застосовуючи теорему Остроградського – Гауса. В табл. 2 наведені значення напруженості

В розрахунках використанні значення: $\rho_{\text{диф.}} = \rho/4$.

Таблиця 2

$r_1 = 0$	$r_2 = 1 \text{ \AA}$	$r_3 = 3 \text{ \AA}$	$r_4 = 6 \text{ \AA}$	$r_5 = 10 \text{ \AA}$
$E_1 = 0$	$E_2 = 7,1 \times 10^{-4} \text{ Н/Кл}$	$E_3 = 21,2 \times 10^{-4} \text{ Н/Кл}$	$E_4 = 42,1 \times 10^{-4} \text{ Н/Кл}$	$E_5 = 69,6 \times 10^{-4} \text{ Н/Кл}$

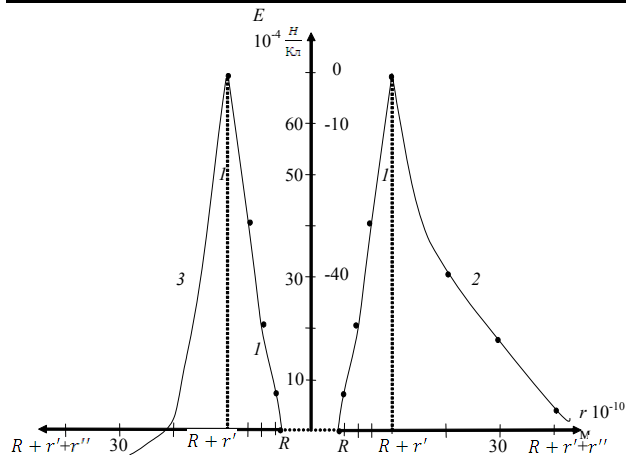


Рис. 3. Залежність напруженості електричного поля від відстані до центру міцели $0 \leq r' \leq 10 \text{ \AA}$; $0 \leq r'' \leq 40 \text{ \AA}$

Зміна напруженості електричного поля зображена на графіку, крива 2 (рис. 3). При зміні густини проти іонів у дифузному шарі до величини $\rho_{\text{диф.}} = 3\rho/4$, залежність напруженості поля буде швидше змінюватися і, при умовах розглянутої задачі, змінить свій знак на від'ємний при значенні r'' , яка становить 30 ангстрем (рис. 3, крива 3).

Розгляд впливу оточуючого середовища на поведінку розглянутої системи. Якщо розглянуту систему помістити у зовнішнє електричне поле, то компенсуючі іони будуть мати різну концентрацію і міцела буде поводити себе як заряджена, внаслідок чого буде рухатися згідно з напрямком зовнішнього електричного поля. Якщо дисперсна фаза заряджена позитивно, то колоїдні частинки разом з позитивними потенціал-визначаючими іонами будуть рухатися до катоду, а негативно заряджені – до аноду. Але до аноду будуть рухатися не всі протиіони, а тільки їх частина. Друга частина протиіонів, яка перебуває близько до поверхні твердої фази, під дією порівняно значних електричних та адсорбційних сил зв'язується з частинками і змушена рухатися з ними до катоду. Звичайно, електрофорез необхідно розглядати не як простий перенос заряджених частинок та протиіонів до відповідних електродів, а як перенос, який супроводжується постійним взаємним обміном між протиіонами колоїдних частинок.

При електрофорезі відбувається спрямоване переміщення частинок дисперсної фази в постійному електричному полі до електроду, знак якого протилежний до знака заряду частинки. Рухливість частинок в електричному полі зумовлена тим, що при накладенні зовнішньої різниці потенціалів відбувається розрив ПЕШ по межі ковзання, і частинка одержує заряд, який відповідає ζ -потенціалу. Протиіони дифузного шару переміщуються при цьому до протилежного електроду. Швидкість руху частинок дисперсної фази пропорційна величині їх ζ -потенціалу.

Аналіз придатності моделі до опису явища в заданих умовах. Методи електрофорезу мають велике теоретичне і практичне значення. Можна судити про стійкість колоїдного розчину, оскільки зміна стійкості, як правило, проходить спонтанно зі зміною електрокінетичного потен-

ціалу. На даний час електрофорез є одним із засобів вивчення фракційного складу біологічних систем – природних білків, електрофорез використовують для очистки фармацевтичних препаратів. Іонофорез є одним із методів введення лікарських препаратів в організм людини.

Фльтрація води через шар піску в ґрунті призводить до утворення «желе», що є причиною утворення зсувів ґрунту. Ефект посилюється, якщо під шаром піску є ґрунт, затримує воду, не даючи їй просочитися через шар піску.

Для зниження рівня води та запобігання зсувів застосовують електрокінетичні методи – електродренажування, електросушіння в анодній зоні ґрунтів. Такими ж методами підвищують опоростійкість в основах різних споруд.

Застосування міцелярної теорії електрофорезу наочно ілюструє механізм виникнення електроосмосу і потенціалу протікання. Більша частина речовин, що беруть участь в побудові рослинних та тваринних організмів, перебуває в них у вигляді колоїдних розчинів. Розуміння фізики цих явищ необхідно для фахівців у галузях екології та біології.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Інформаційно-комунікативні технології у формуванні дієвих компетенцій / Атаманчук П.С. Бордюк О.В., Печенюк А.В., Грушецький С.М. // Зб. наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський, 2010. – Вип.16: Формування компетентнісно-світоглядних якостей майбутніх вчителів фізики та трудового навчання. – С.72-74.
2. Григоров О.М. Электрокинетические явления / О.М. Григоров. – Л. : ЛГУ, 1973. – 199 с.
3. Зайцев О.С. Учебная книга по химии : учеб. пособие / О.С. Зайцев // Газета "Химия". – 2006. – №23. – 1 сентября. – С.15-23.
4. Глазов В.М. Основы физической химии : учеб. пособие для ВТУЗОВ / В.М. Глазов. – М. : Высшая школа, 1981. – 456 с.

The article describes a method of using the model to study the micelle electrokinetic phenomena of full cycle of cognitive activities.

Key words: colloids, micelles, electrokinetic potential, electric field., Cognitive actions.

Отримано: 5.10.2012

УДК 373.5.016:331

С. І. Дмитрук

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

СУЧАСНА МОДЕЛЬ ШКІЛЬНОГО НАВЧАЛЬНОГО ПРИРОДНИЧОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

Проаналізовано сьогоденний стан навчального природничого експерименту у школі. Виділено систему навчального експерименту, яка ґрунтується на ідеї поступового підвищення самостійності учнів у процесі здобуття знань за допомогою експерименту та формування експериментальних умінь.

Ключові слова: експеримент, фізика, система навчального експерименту.

За умов нинішнього виробництва особливого значення набуває оволодіння працівниками прийомами експериментальної діяльності. Експеримент виступає, з одного боку, як спосіб вивчення явищ, а з іншого – як засіб доведення у розвитку наукового знання. Експериментальний метод пізнання дає можливість встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між явищами природи.

Як у науці, так і у навчанні пізнання у фізиці неможливе без колективного чи самостійного експериментування дослідниками, яке для експериментаторів є практично одним ким за своєю гносеологічною суттю. Проте, якщо для вченого невідоме є об'єктивним, то для школяра воно суб'єктивне. Процес будь-якого наукового пізнання полягає у послідовному розкритті спочатку якісного боку, а потім кількісного і, нарешті, їх єдності – встановлення міри. Лише дотримуючись послідовності наукового пізнання у процесі навчання можна досягнути свідомого і міцного засвоєння учнями навчального матеріалу. Основу розкриття кількісного аспекту в явищах, що вивчаються у школі, становить фізичний експеримент. У зв'язку з цим особливого значення набувають експерименти, які дають можливість вимірювати, встановлювати кількісні співвідношення між величинами у вигляді функцій, рівнянь тощо. Такі експерименти – дієвий засіб розумової діяльності учнів на уроках [1].

Деякі аспекти такої проблеми частково описані в дослідженнях Л.І. Анциферова, В.А. Бурова, С.П. Величка [2], П.О. Знаменського, Є.В. Коршака, О.І. Ляшенка, А.А. Покровського, М.І. Шута та інші. Як показали результати, система для формування експериментальних умінь старшокласників, яка б прогнозувала якісні результати в практиці навчання фізики, достатньою мірою не вивчена і задає напрям пропонованого дослідження.

Фізика як одна з природничих наук завжди була і залишається наукою експериментальною. Навчальний експеримент у школі є основою вивчення фізики. Рівень знань і практичних умінь учнів перебуває у прямій залежності від якості їх експериментальної підготовки. Шкільний експеримент входить у систему методів навчання не лише фізики, але й інших природничо-математичних дисциплін. Фізичні дослідження підводять учнів до розуміння сучасних методів дослідження, виробляють у них практичні вміння та навички. Завдяки навчальному фізичному експерименту учні оволоді-

вають досвідом практичної діяльності людства в галузі здобуття фактів та їх попереднього узагальнення на рівні емпіричних уявлень, понять і законів. За таких умов він виконує функцію методу навчального пізнання, завдяки якому у свідомості учня утворюються нові зв'язки і відношення, формується суб'єктивно нове особистісне знання.

З іншого боку, навчальний фізичний експеримент дидактично забезпечує процесуальну складову навчання фізики, зокрема формує в учнів експериментальні вміння і дослідницькі навички, озброює їх інструментарієм дослідження, який стає засобом навчання. У процесі вивчення фізики практично завжди застосовується певна кількість самостійно виконуваних школярами дослідів та дослідів, які виконує вчитель під час демонстраційного експерименту. Різні концепції вивчення фізики передбачають збільшення кількості таких дослідів, їх урізноманітнення, диференціацію в залежності від дидактичної мети навчання.

Таким чином, навчальний фізичний експеримент як органічна складова методичної системи навчання фізики забезпечує формування в учнів необхідних практичних умінь, дослідницьких навичок та особистісного досвіду експериментальної діяльності, завдяки яким вони стають спроможними у межах набутих знань розв'язувати пізнавальні завдання засобами фізичного експерименту.

Слово експеримент походить від латинського *experimentum* (випробовування). Природодослідники під експериментом розуміють науково поставлений дослід, спостереження та аналіз досліджуваного явища у відповідних умовах, які дозволяють слідкувати за протіканням явища та відтворювати його кожний раз у повторенні цих умов. Складовими експериментального методу є: спостереження, порівняння, вимірювання та власне сам експеримент. Сам експеримент може відбуватися з дослідницькою або критеріальною метою. Методисти вважають, що такий поділ можливий і в навчальному експерименті. Зазвичай під час проведення дослідницьких експериментів школярі одержують дані, які мають суб'єктивну новизну. А під час проведення критеріального експерименту спростовуються чи підтверджуються висунуті теоретичні положення.

Науковці під навчальним експериментом розуміють відтворення на уроці чи в позаурочний час за допомогою спеціальних приладів фізичного явища за умов, найбільш