

Підсилення світла за допомогою зонних пластинок можливе, однак для цього їх конструкція повинна бути такою, щоб на краях перевипромінювання відбувалося в однакових фазах, а для цього необхідно прикривати і залишати відкритими в парі дві сусідні зони (рис. 6). За таких умов у точці K буде спостерігатись "підсилення" світла, однак це будуть дифраговані промені, інтенсивність яких набагато менша, ніж інтенсивність світла від неприкритого джерела. В такому випадку зонна пластинка – це дифракційна ґратка. Таким чином, з точки зору квантової теорії світла ідея зонних пластинок не є коректною.

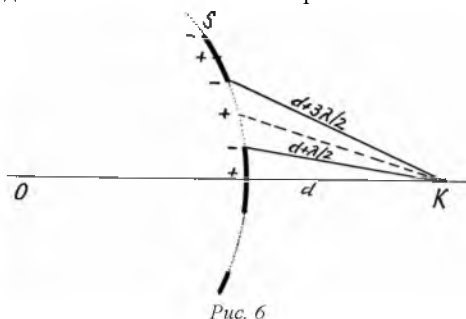


Рис. 6

Висновки. Розглянувши проблемно питання природи світлових хвиль, характеру їх поширення, ми дійшли висновку, що світло – це потік фотонів, які є особливими частинками, що мають масу й імпульс, але які, на відміну від звичайних, перебувають у коливальному стані. Потік фотонів як частинок, що коливаються, можна розглядати як поширення світлової хвилі. Розгляд дифракції світла з точки зору його хвильової і корпускулярної природи дає суперечливі результати, що є підставою для обговорення в рамках проблемного навчання.

Список використаних джерел:

1. Савельев И.В. Курс общей физики, Т. 3. – М.: Наука, 1979. – С.38.
2. Ландсберг Г.С. Оптика. – М., 1976. – С.155.

The didactics aspect of consideration of problem of diffraction of light is considered from positions of his dualism.

Key words: diffraction, interference, photon, zoneplate, light wave.

Отримано: 26.08.2006.

УДК 53(07)

О.М. Трифонова

Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ УНІВЕРСАЛЬНИХ ФІЗИЧНИХ СТАЛИХ – ЯК ЧИННИК ВІДПОВІДНОСТІ ЗМІСТУ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ДИДАКТИЧНИМ ПРИНЦИПАМ

В статті аналізується відповідність змісту навчального курсу фізики до дидактичних принципів науковості, наступності та послідовності, пропонується варіант експериментального визначення універсальної фізичної сталої.

Ключові слова: дидактичні принципи, фізичні сталі, експериментальне вивчення.

Без дотримання загальних закономірностей і принципів теорії навчання і виховання неможливо правильно конкретизувати процес навчання фізики на різних освітніх рівнях [3, с.19]. Фізика, як жодна інша наука, глибоко впливає на соціальні, етичні й світоглядні запити людей. Усе це потребує відмови від вузькопредметного підходу до вивчення фізики як у школі, так і у вищих навчальних закладах.

Під час формування фізичних знань варто використовувати деякі принципи інтегрування змісту освіти. До таких принципів належить і принцип забезпечення цілісності сприйняття образу світу і далі – принцип концентричності в засвоєнні цілісної картини світу [5].

За аналізом змісту навчальних курсів фізики для профільної школи ще спостерігаються певна фрагментарність викладок і обґрунтувань фізичних теорій, понять, явищ. Водночас, коли учень чи студент вступає у взаємодію з таким досліджуваным фізичним явищем, наприклад, намагається осмислено сприйняти зміст і виконати лабораторну роботу, при цьому досліджуване явище не завжди представляється цілісно обґрунтованим, що відбиває ціннісне ставлення студента чи учня до дій, до явища, його осмислення та розуміння.

Однак, під час трансформації наукової системи знань у навчальну багато зв'язків між елементами знань розриваються. Формуванню чи відновленню цих зв'язків у свідомості учнів і студентів сприяє методологія фізичної науки. Недооцінювання методологічних аспектів фізики, зокрема, не дозволяє встановлювати певні кількісні закономірності, використовувати в процесі навчання строгий математичний апарат. Це впливає на процес знаходження і виконання експериментальних завдань, а відповідно і встановлення загальних принципів, експериментальної їх перевірки. Разом з тим виконання дидактичних принципів, зокрема, принципу науковості – необхідна умова забезпечення відповідності змісту навчального матеріалу стану сучасних наукових знань: правильного глумачення основних фізичних понять на сучасному рівні науки; глибоке теоретичне обґрунтування всіх фізичних явищ і процесів, що вивчаються; розкриття причин виникнення фізичних явищ і процесів, визначення залежності і зв'язків між ними; узагаль-

нення і систематизація матеріалу, встановлення загальних і відмінних рис, що характеризують фізичні явища, їх порівняння; ознайомлення учнів з методами фізичної науки, з розвитком наукових уявлень про будову матерії та ін.; забезпечення зв'язку теорії з практикою [4].

Також фізичні знання повинні сприйматись в певній послідовності та системі. Виконанню цієї задачі і слугує впровадження дидактичного принципу системності та послідовності при вивченні фізики, який складають наступні положення [3, с.24-25]:

1. Зміст фізичних знань для різних освітніх рівнів і послідовність оволодіння ними визначається навчальними планами і програмами.
2. Систематичність і послідовність вивчення матеріалу забезпечується його плановим розподілом за розділами, темами, а також ступенями (рівнями) вивчення.
3. Процес навчання будується шляхом систематичного викладу знань у відповідності зі структурою і логікою фізичної науки та на основі дидактичних правил: від відомого до невідомого, від простого до складного, від конкретного до загального і т.д., з широким використанням відповідних методів та прийомів навчання.
4. Принципу систематичності та послідовності дотримуються в процесі виконання різних видів навчальних робіт в тому числі і при відборі змістовних одиниць навчальних курсів.

Таким чином, зміст навчальних курсів фізики і методика їх вивчення мають керуватись концепцією цілісного відображення фізичної науки у навчальному процесі, відповідності загальним дидактичним принципам.

Аналізуючи структуру і зміст курсів вивчення квантової фізики за програмами середніх і вищих навчальних закладів, варто відмітити ряд змістовних одиниць, які складають основи обох курсів і характеризують якість реалізації принципів науковості, послідовності і наступності в процесі навчання фізики. За аналізом оцінки реалізації дидактичних принципів нами відмічено наявність певної неадекватності щодо відображення ряду основних питань в

курсах середньої і вищої школи, що пов'язане не лише з різними рівнями вивчення. Зокрема, недостатність експериментального відображення основних положень, принаймні хоч одним видом експерименту, не може бути виправданим для будь-якого рівня вивчення. Наприклад, це стосується такої змістовної одиниці як вивчення і експериментальне відображення сталої Стефана-Больцмана.

Стала Стефана-Больцмана відноситься до групи фундаментальних фізичних сталих, яка фігурує в теоретичних основах з квантової фізики – теплового випромінювання. В посібнику [1] запропонований варіант роботи фізичного практикуму даного напрямку. Проте її зміст як в теоретичному, так і в практичному плані далекий від вимог науковості, бо надто спрощений. Варто відмітити, що саме поняття даної константи там не формулюється, також нехтується поняттям випромінювальної здатності як величини віднесеної до одиниці площі поверхні та інше.

Разом з тим, в умовах будь-якої середньої школи можлива організація і постановка аналогічної лабораторної роботи з визначення сталої Стефана-Больцмана. До її змісту залучено лише фрагмент наведеного вище варіанту роботи. Він стосується методу визначення температури розжареної вольфрамової дротини (волоска електричної лампи). Стосовно інших даних, необхідних для визначення сталої Стефана-Больцмана варто зауважити, що їх вимірювання і визначення потребують належної ретельності. Зрозуміло, що навіть соті і тисячні долі кількісних значень суттєво впливають на результат сталої, порядок якої 10^{-8} .

Результати нашого дослідження свідчать на користь комплексного підходу до розв'язання даної проблеми, який відповідає реалізації принципів наступності і послідовності. Зокрема, визначення площі поверхні вольфрамової спіралі практично є завданням досить делікатним і тривалим. Практичне виконання цього завдання відбирає значну частину часу, а відповідне обладнання значно загромождає експериментальну установку. Відповідно до принципу внутрішньої інтеграції пропонуємо завчасно таке завдання покласти в основу роботи практикуму щодо вимірювання малих розмірів об'єктів за допомогою мікрометра, мікроскопа. Зокрема, таке завдання може слугувати і як змістом окремої лабораторної роботи, і як пропедевтична експериментальна задача. Одержані результати фіксуються і повідомляються разом з іншими даними, наводяться в теоретичних відомостях до роботи практикуму.

Варто приділити належну увагу використанню цифрових вимірювальних приладів – амперметра і вольтметра, в якості яких нами використано мультиметри, які дозволяють однозначно фіксувати результати вимірювань з порядком до тисячних доль. Разом опір спіралі за температури 20°C також зручно вимірювати мультиметром.

Нами виконані розрахунки площі поверхні за вимірними розмірами: діаметра поперечного перелізу вольфрамової нитки, діаметра витка спіралі, кількості витків спіралі. Разом розраховані результати порівнювались з іншими результатами, для яких довжина нитки спіралі розрахована

за формулою $\ell = \frac{RS}{\rho}$. Ті й інші результати майже однакові.

За нашими вимірюваннями для електричної лампи розрахованої на 6 В і 0,7 А одержані такі результати:

$$d \text{ (діаметр дротини)} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2,$$

$$\ell \text{ (довжина дротини)} = 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ м},$$

Середнє значення площі поверхні спіралі $S = 3,39 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$.

Досить відповідальним є завдання визначення температури спіралі. Нажаль, перелік обладнання фізичного кабінету, навіть після останнього корегування не передбачає наявності оптичного пірометра. Відповідно варто обмежитись традиційним методом визначення за формулою залежності опору провідників від температури $t = \frac{R - R_0}{R_0 \alpha}$, де α

– температурний коефіцієнт опору. Значення останнього також нестабільне і має певний вплив на шуканий результат. Нами використовувалось значення $\alpha = 5,1 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$.

Використання середнього значення температурного коефіцієнту опору має певний вплив за умов зміни темпера-

тури проте такі зміни пов'язані більшою мірою не від цього коефіцієнта, а від зміни випромінювальної здатності вольфраму. Відповідно необхідно враховувати коефіцієнт сірості a_T . Фізичну сутність останнього важливо не лише розкрити в теоретичних відомостях даної роботи, а і включити до змісту навчального курсу. Наводимо фрагмент теоретичних викладок, які можна включити до змісту навчального курсу і обов'язково до теоретичних відомостей інструкції.

Випромінювання і поглинання енергії тілом характеризується його випромінювальною та поглинальною здатністю. Тіло, для якого ці характеристики однакові, називається *абсолютно чорним*. Практично абсолютно чорних тіл не існує. Тіло, для якого поглинальна здатність менша випромінювальної, називається сірим. Між випромінювальною і поглинальною здатністю будь-якого тіла існує певний зв'язок: за законом Кірхгофа відношення випромінювальної та поглинальної здатностей не залежить від природи тіла і являється функцією частоти і температури.

Енергія, яку випромінює тіло при даній температурі з одиниці поверхні за одиницю часу в усьому інтервалі частот, характеризує його *випромінювальну здатність*. Залежність випромінювальної здатності абсолютно чорного тіла від температури встановлює закон Стефана-Больцмана. Ця залежність була одержана експериментально у 1879 р. Й. Стефаном (1835-1893), а в 1884 р. за допомогою методів термодинаміки теоретично виведена Л. Больцманом (1844-1906) [2, с.264].

Випромінювальна здатність нечорного тіла характеризується коефіцієнтом сірості (ступенем чорноти). Вона визначається відношенням енергії випромінювання сірого тіла до енергії випромінювання абсолютно чорного тіла за тієї ж температури. Для абсолютно чорного тіла закон Стефана-Больцмана записується у такому вигляді:

$$E_T = \sigma T^4. \quad (1)$$

Для сірих тіл формула набуває вигляду [1, с.186]:

$$E_T = a_T \sigma (T^4 - T_0^4). \quad (2)$$

Використання відомих значень цього коефіцієнту для окремих інтервалів температур, наведених в окремих посібниках та збірниках задач цілком задовольняють якості кінцевих результатів лабораторної роботи.

Наводимо варіант інструкції до роботи і одержані нами результати виконання.

Визначення сталої Стефана-Больцмана.

Мета: вивчити і дослідити закономірності теплового випромінювання вольфраму.

Обладнання: 1) джерело постійного струму для практикуму (або акумулятор і реостат на 12-30 Ом); 2) вольтметр постійного струму (мультиметр); 3) міліамперметр постійного струму (мультиметр); 4) електрична лампа розжарювання, 6 В, 0,7 А; 5) вимикач; 6) провідники.

Теоретичні відомості

Енергетична світність абсолютно чорного тіла E описується законом Стефана-Больцмана: $E = \sigma T^4$, де σ – стала Стефана-Больцмана.

Для визначення цієї сталої можна застосувати метод порівняння потужності електричного струму, що витрачається на розжарення провідника та потужності випромінювання з його повної поверхні. Вважаючи, що світіння вольфраму лише наближається до світіння абсолютно чорного тіла і залежить від стану його поверхні, для опису такої залежності можна записати рівність (3):

$$IU = a_T S \sigma (T^4 - T_0^4). \quad (3)$$

$$\text{Звідси} \quad \sigma = \frac{IU}{a_T S (T^4 - T_0^4)}, \quad (4)$$

де S – повна площа вольфрамового провідника; T_0 – початкова температура (20°C); T – температура при максимальному світінні; I та U – відповідні значення напруги і сили струму в режимі максимального світіння; a_T – коефіцієнт сірості.

Останній коефіцієнт характеризує світність твердого тіла в порівнянні з світністю абсолютно чорного тіла. Його значення визначає частину затраченої енергії, яка витрачається не на теплове випромінювання, а на нагрівання підвідних провідників, затискачів і середовища. Його кількісне значення залежить від температури тіла проте для інтервалів температур біля 500°C змінюється мало. При виконанні лабораторної роботи в запропонованому нами варіанті відповідно з даними наведеними в таблиці 1 значення коефіцієнту сірості становить $a_T = 0,234$.

В якості вольфрамового провідника використовуються вольфрамова спіраль лампи розжарення, розрахованої на 6 В, 0,7 А. Відповідно при виконанні роботи перевищення вказаних параметрів варто не допускати. При складанні електричного кола установки мультиметри перемикають на відповідні режими вимірювання: вольтметр – в режим "20 В", міліамперметр – в режим "10 А". Вольтметр приєднують безпосередньо до клем (контактів) лампи.

Вимірювання температури T здійснюють за формулою, яка описує залежність опору провідника від температури: $R = R_0(1 + \alpha t)$, звідки $t = \frac{R - R_0}{R_0 \alpha}$, а $T = t + 273$. Для

цього R_0 вимірюють до складання електричного кола мультиметром, а R – розраховують за значеннями сили струму I і напруги U за максимального світіння. Для використаного нами інтервалу температур нагрітої нитки вольфраму значення температурного коефіцієнту опору ми брали $\alpha = 5,1 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$.

Хід роботи:

1. Ознайомтесь з фізичним змістом і особливостями теплового випромінювання твердих тіл. З'ясуйте фізичну сутність наступних понять і величин: теплове випромінювання, випромінювальна здатність E , абсолютно чорне тіло, коефіцієнт сірості, стала Стефана-Больцмана.
2. Виміряйте опір R_0 спіралі лампи за допомогою мультиметра і результати занесіть до таблиці звіту.
3. Зберіть експериментальну установку за схемою (рис. 1). При цьому мультиметр (вольтметр) приєднуйте безпосередньо до контактів стійки з електричною лампою.

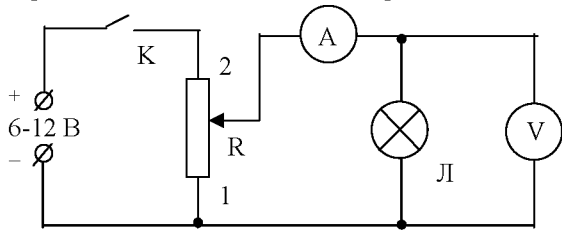


Рис.1.

4. Виведіть регулятор напруги на блоку живлення (або повзунок потенціометра в крайнє положення, за якого напруга на лампі рівна нулеві).
5. Ввімкніть живлення. Регулятором напруги встановіть на лампі напругу 4 В. Запишіть до таблиці звіту відповідні значення показів амперметра і вольтметра.
6. Повторіть дії попереднього пункту для напруги 5 В, 6 В.
7. Виведіть регулятор напруги і розімкніть коло.

8. Занесіть до таблиці звіту значення коефіцієнта сірості та температурного коефіцієнту опору.
9. Розрахуйте для кожного вимірювання температуру T та T^4 , результати запишіть до таблиці звіту.
10. Розрахуйте для кожного вимірювання сталу Стефана-Больцмана за формулою (4).
11. Порівняйте одержані результати з табличним значенням, зробіть висновки.

Контрольні запитання

1. Який механізм теплового випромінювання твердих тіл?
2. Який фізичний зміст випромінювальної здатності твердого тіла?
3. Який фізичний зміст коефіцієнту сірості?
4. Який фізичний зміст сталої Стефана-Больцмана?
5. Чому в розглядуваному процесі вольфрам не вважається абсолютно чорним тілом?
6. З чим пов'язано зміна опору металевого провідника від зміни температури?
7. Чому не можна вимірювати опір омметром вольфрамової дротини ввімкненої в електричне коло?
8. На що витрачається енергія електричного струму окрім теплового випромінювання?

Протягом останніх років результати виконання даної роботи практикуму на вказаній в інструкції елементній базі наведені у таблиці 1.

Таблиця 1.

№ дос-луду	I , А	U , В	$a_{T(середнє)}$	S , м	T , К	T_0 , К	σ , Вт / (м ² ·К ⁴)	σ (середнє) Вт / (м ² ·К ⁴)
1	0,6 4	6	0,234	0,00000339	2913	293	$6,72 \cdot 10^{-8}$	$5,664 \cdot 10^{-8}$
2	0,5 4	5	0,234	0,00000339	2878	293	$4,95 \cdot 10^{-8}$	$5,664 \cdot 10^{-8}$
3	0,4 8	4	0,234	0,00000339	2598	293	$5,31 \cdot 10^{-8}$	$5,664 \cdot 10^{-8}$

Список використаних джерел:

1. Кабардин О.Ф., Орлов В.А., Шеффер Н.И. Факультативний курс фізики. 10 клас. Посібник для учаснихся. – М.: Просвещение, 1975. – 192 с.
2. Кучерук І.М., Дуценко В.П. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика: Навч. посібник. – К.: Вища школа, 1991. – 463 с.
3. Осадчук Л.І. Методика преподавання фізики. Дидактические основы. – Киев-Одесса: Вища школа, 1984. – 351 с.
4. Розенберг М.И. Средства повышения научно-теоретического уровня преподавания физики в средней школе. – К.: Рад. школа, 1967. – 94 с.
5. Сергієнко В.П. Світоглядне, методологічне і загальнонаукове значення фізики для формування наукової картини світу // Фізика та астрономія в школі. – 2003. – № 6. – С.13-21.
6. Физический практикум: В 2-х ч. / Под общ. ред. В.П.Дуценко. – К.: Вища школа. Головное изд-во, 1984. – Ч. 2. – 256 с. – Укр.

In the article accordance of maintenance of educational course of physics is analysed with didactics principles of scientific character, following and sequence, the variant of experimental determination of universal is offered physical permanent.

Key words: didactics principles, physical steel, experimental study.

Отримано: 27.08.2006.

УДК 373.51

В.В. Чернявський

Херсонський морський коледж

ДИДАКТИЧНІ ОСНОВИ РОЗРОБКИ МЕТОДИКИ РОЗВИТКУ МИСЛЕННЯ УЧНІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ

Стаття присвячена проблемі розробки дидактичних основ методики розвитку мислення учнів під час вивчення фізики. Основна увага приділяється управлінню процесом розвитку функціонально-операційної компоненти мислення та розробці системи фізичних завдань, що сприяли б розвитку окремих розумових операцій та прийомів мислення.

Ключові слова: розвиток мислення, управління.

Проблема пошуку шляхів підвищення ефективності розвитку мислення учнів була актуальною на всіх етапах розвитку школи.

Особливо важливою вона стала сьогодні за умов становлення парадигми особистісно-орієнтованої освіти, що ґрунтується на ідеї гуманізації. На відміну від традиційного