

Міністерство освіти і науки України
Відокремлений структурний підрозділ
«Любешівський технічний фаховий коледж
Луцького національного технічного університету»



Методичні вказівки до лабораторних робіт

для здобувачів освіти освітньо-професійного ступеня

фаховий молодший бакалавр

галузь знань 13 Механічна інженерія
спеціальність 133 Галузеве машинобудування

УДК

До друку

Голова методичної ради ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ»

_____ Герасимик-Чернова Т.П.

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій коледжу

Бібліотекар _____ М.М. Демих

Затверджено методичною радою ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ»

протокол № _____ від «_____» _____ 2021 р.

Рекомендовано до видання на засіданні циклової методичної комісії викладачів
математичних та природничо-наукових дисциплін

протокол № _____ від «_____» _____ 2021 р.

Голова циклової методичної комісії _____ Остимчук А. В.

Укладач: _____ В.О. Люсік, викладач

Рецензент: _____

Відповідальний за випуск: _____ Остимчук А. В., викладач, голова циклової методичної
комісії викладачів математичних та природничо-наукових дисциплін.

Фізика [Текст]: методичні вказівки до лабораторних робіт для здобувачів освітньо-
кваліфікаційного рівня молодший спеціаліст галузь знань 13 “Механічна інженерія”
спеціальність 133 “Галузеве машинобудування” денної форми навчання/уклад. В.О. Люсік. –
Любешів: ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ», 2021. – 24 с.

Методичне видання складене відповідно до діючої програми курсу «Фізика» з метою
організованого проведення лабораторних робіт з фізики.

©Люсік В.О., 2021

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

ТЕМА: ДОСЛІДЖЕННЯ НАПІВПРОВІДНИКОВОГО ДІОДА

Мета: вивчити основні параметри діода і знайти його вольт амперну характеристику.

Обладнання: напівпровідникові діоди, блок живлення, міліамперметр, комбінований прилад.

Теоретичні відомості

Роботу виконують з напівпровідниковим діодом Д7Ж. Основна деталь його монокристалічна пластинка германію 5 (рис. 9.1), до одної з поверхонь якої приварено краплю індію 4. Внаслідок цього в пластинці, яка мала до цього лише електронну провідність, утворилися дві розмежовані області з електронною (n) і дірковою (p) провідностями. На межі цих областей утворився електронно-дірковий перехід ($n-p$), який має однобічну провідність.

Пластинка германію припаяна оловом 6 до основи металевого корпусу 7, який захищає кристал від зовнішнього впливу. Один контактний вихід 8 з'єднаний з пластинкою германію, а інший контактний вихід 1 - з краплею

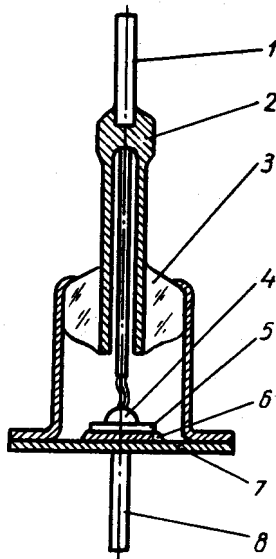


Рис.9.1

індію. Він проходить у металевій трубці 2, вплавленій у скляний ізолятор 3. Виводи діода підведені на панелі до двох затискачів, позначених знаками + та -.

Якщо зовнішнього електричного поля немає, то через електронно-дірковий перехід діода взаємно дифундують основні носії заряду: електрони з *n*-германію дифундують у *p*-германій, а дірки з *p*-германію переходять у *n*-германій. Внаслідок цього з обох боків межі поділу двох напівпровідників утворюються об'ємні заряди різних знаків, а водночас і електричне поле. Це поле перешкоджає дифузії основних носіїв заряду і підтримує зворотний рух неосновних носіїв заряду, тобто дірки з *n*-області переміщує в *p*-область, а електрони з *p*-області переміщує назад, в *n*-область.

Якщо електрони і дірки рухаються назустріч, то частина з них рекомбінується, внаслідок чого в переході *n-p* утворюється шар завтовшки $10^{-4} \dots 10^{-6}$ см, бідний на рухомі носії заряду. Цей шар називають запірним шаром. Незважаючи на малу товщину, запірний шар є головною частиною опору діода.

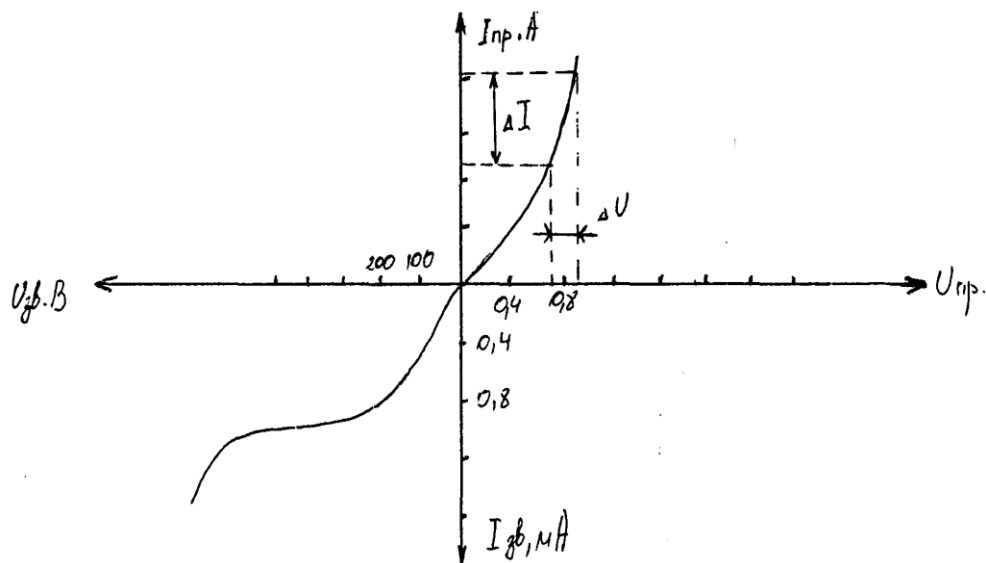
Якщо зовнішнього електричного поля немає, то струми, утворені рухом основних і неосновних носіїв заряду, однакові за абсолютною величиною, але протилежні за напрямом, тому сила струму через перехід дорівнює нулю.

Якщо на діод діє зовнішнє електричне поле, напрямлене від діркового напівпровідника до електронного, електричне поле переходу *n-p* слабне, основні носії зарядів рухаються до межі поділу двох напівпровідників, товщина і опір запірного шару зменшуються, внаслідок чого дифузійний струм основних носіїв заряду зростає і загальна сила струму через перехід вже не дорівнює нулю. Струм, утворений рухом основних носіїв заряду і напрямлений від діркового напівпровідника до електронного, називають *прямим струмом діода*.

Із зміною полярності прикладеної напруги електричне поле переходу ***n-p*** зростає і дифузійний рух основних носіїв заряду через перехід припиняється: електричне поле видаляє основні носії зарядів з пограничних шарів у глибину електронної і діркової областей. Тому товщина запірного шару збільшується, а опір його зростає. Проте невеликий струм і в цьому разі проходить через діод, він створюється рухом неосновних носіїв заряду. Цей струм напрямлений від електронного напівпровідника до діркового; його називають *зворотним струмом діода*. Залежно від напрямку струму в діоді прикладену до нього напругу, а також опір діода називають прямими або зворотними.

Виконуючи цю роботу, треба дослідити залежності сил прямого і зворотного струмів діода від прикладених до нього напруг і побудувати графіки цих залежностей.

На межі між двома напівпровідниками різного типу провідності утворюється електронно-дірковий (*p-n*) перехід, вольт амперна характеристика якого має такий вид:



Із цієї характеристики (графіка) можна визначити статичний $R_{ст.}$ та динамічний $R_{дин}$ опори (переважно для лінійних ділянок)

$$R_{cm} = \frac{U}{I} ; \quad R_{дин} = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{U_2 - U_1}{I_2 - I_1} .$$

Хід роботи

1. Дослідіть залежність сили прямого струму від прикладеної до діода напруги. Для цього складіть електричне коло за схемою, яку зображено на рис. 9.2. Діод увімкніть у пропускну напрямі, звернувши увагу на знаки "+"

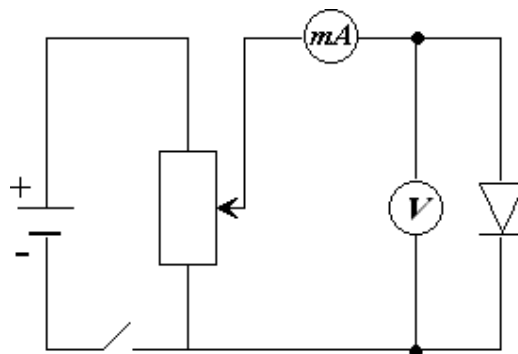


Рис. 9.2

і "-", позначені на його панелі.

Напругу на діод подають з потенціометра і вимірюють вольтметром зі шкалою 3 В, силу прямого струму діода – міліамперметром, увімкнутим спочатку зі шкалою 7,5 мА, а потім із шкалами 15 мА і 30 мА.

2. Збільшуючи напругу на діоді щоразу приблизно на 0,02 В, запишіть покази обох приладів у таблицю 9.1.

Таблиця 9.1

U, В								
I, А								

Застереження. Сила прямого струму діода не повинна перевищувати 300 мА, інакше діод вийде з ладу.

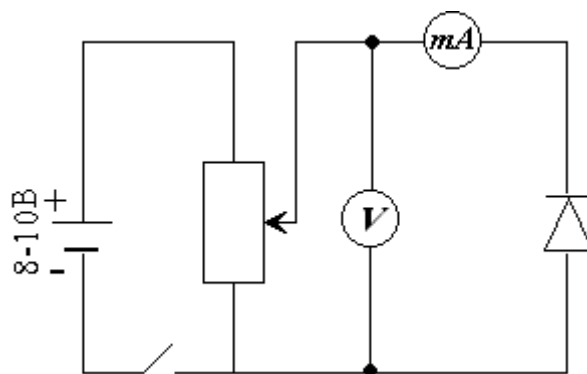


Рис. 9.3

4. Дослідіть залежність сили зворотного струму від прикладеної до діода напруги. Для цього складіть електричне коло за новою схемою, яку зображено на рис. 9.3, звернувши увагу на відмінність вмикання діода і вольтметра.

Напругу на діод подають за допомогою потенціометра; вимірюють її вольтметром зі шкалою 15 В, а силу струму – міліамперметром зі шкалою 1,5 мА.

5. За результатами досліджень зробіть висновок.

Контрольні запитання

1. Якими параметрами характеризуються пряма і зворотна гілки вольт амперної характеристики діода?
2. Чим відрізняється кремнієві діоди від германієвих?
3. Які діоди – кремнієві чи германієві мають меншу пряму напругу?
4. Як залежить пряма напруга на діоді від температури?
5. Що називається опором діода на постійному струмі, а що динамічним опором?
6. Як залежить зворотній струм германієвого діода від температури?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Визначення електрохімічного еквіваленту речовини

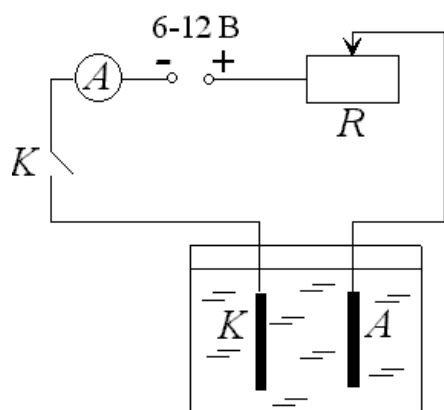
Мета роботи: визначити електрохімічний еквівалент міді застосовуючи закон Фарадея для електролізу для визначення елементарного електричного заряду.

Обладнання: склянка з водним розчином сульфату міді (CuSO_4); електроди; джерело постійного струму; прилад для вимірювання часу; амперметр постійного струму на 1...2 А; терези з важками; реостат з ковзним контактом; вимикач; з'єднувальні провідники

Хід роботи:

1. Прослухав інструктаж з т.б. під час виконання роботи.

2. Ретельно очистити поверхню мідних пластин наждачним папером.



3. Виміряти масу катода m_1 до проведення досліду з точністю до 0,01 г.

4. Закріпити електроди у тримачі (зважену пластинку з'єднати з від'ємним полюсом джерела) і, не занурюючи їх у ванну з розчином,

5. скласти електричне коло за схемою

6. Занурити електроди у ванну з розчином, замкнути коло, встановити за допомогою реостата силу струму в колі не більшу 1 А і зафіксувати час.

7. Процес електролізу повинен тривати 15-20 хвилин, при цьому силу струму в колі підтримуйте незмінною (за допомогою реостата).

9. Визначити масу міді, що виділилась на катоді $m = m_2 - m_1$.

10 Використовуючи перший закон Фарадея та отримані данні обчислити електрохімічний еквівалент міді

Закон Фарадея. Вчений встановив залежність маси речовини, виділеної на електроді, від заряду, який пройшов через електроліт.

$$m = kIt \text{ або } m = kq$$

m- маса речовини, кг, г, мг

k-електрохімічний еквівалент речовини, див в таблиці

I- сила струму, А $I = m/kt$, $I = q/t$

t- час електролізу, с $t = m/Ik$

q- заряд, Кл $q = m/k$, $q = It$

. Дивимось таблицю значень електрохімічних еквівалентів. Знайдіть значення k для міді. -0,33 мг/Кл

В ролі електроліта у нас розчин сульфату міді (мідний купорос). Тобто на катоді буде осідати.....(мідь)-. Будемо визначати масу електрода через 10 с, 20.

11.. Результати вимірювань та обчислень занести до таблиці

№	Час, с	Сила струму, I А	Початкова маса катода, m_0 , г	Маса катода після досліду, m_1 , г	Маса виділеної речовини $m = m_1 - m_0$, г	k, табличне, г/Кл	k
1	10	2	28	29,43	1,43	33	
2	15	3	28	29,97	1,97	33	
3	20	4	28	32,12	4,12	33	

Розрахунки :

Висновок

Контрольні запитання

1. Які речовини називають електролітами? Наведіть приклади.
2. Що обумовлює існування електричного струму в електролітах?
3. Який тип провідності є характерним для електролітів?
4. Яке фізичне явище називають електролізом?
5. Що називають катодом, анодом, катіоном, аніоном?
6. Сформулюйте і поясніть закони Фарадея для електролізу.
7. Що таке валентність речовини?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Тема: Визначення прискорення вільного падіння за допомогою математичного маятника.

Мета: визначити прискорення вільного падіння в даному місці Землі за допомогою математичного маятника.

Обладнання: штатив з муфтою і кільцем; кулька з отвором; нитка; годинник з секундною стрілкою або секундомір; вимірвальна стрічка з міліметровими поділками.

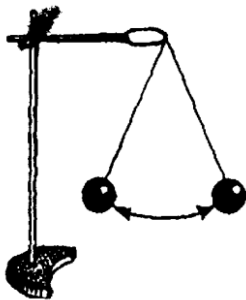
Теоретичні відомості

З формули періоду коливань математичного маятника $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ можна визначити прискорення вільного падіння: $g = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot l}{T^2}$.

Для визначення g треба знати довжину маятника l і період його коливань T . Довжину маятника можна виміряти безпосередньо, а період коливань обчислити за формулою:

$$T = \frac{t}{N}, \text{ де } N - \text{число коливань за час } t. \text{ Тоді } g = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot l \cdot N^2}{t^2}.$$

Хід роботи



1. Встановіть штатив на краю столу. Біля його вертикального кінця за допомогою муфти закріпіть кільце і підвісьте до нього кульку на нитці. Кулька повинна знаходитися на відстані 1-2 см від підлоги.
2. Відхиліть маятник від положення рівноваги на 5-8 см і відпустіть його.
3. Зафіксуйте час 20-30 повних коливань маятника.

4. Стрічкою виміряйте довжину маятника l .

5. За формулою $g = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot l \cdot N^2}{t^2}$ обчисліть прискорення вільного падіння.

6. Дослід повторіть двічі для трохи менших довжин маятника і більшого числа коливань.

7. Результати вимірювань і обчислень запишіть у таблицю.

№ досліду	$l, \text{ м}$	N	$t, \text{ с}$	$g, \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	$g_{\text{сер}}, \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
1					
2					
3					

8. Оцініть точність отриманого результату, обчисливши абсолютну і відносну похибки (метод знаходження похибки виберіть самостійно). Результати запишіть у таблицю.

$g_{\text{сер}}, \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	$\varepsilon_g, \%$	$\Delta g, \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	$g = \pm \Delta g + g_{\text{сер}}, \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

9. Зробити висновки.

Контрольні питання

1. Під яких величин і як залежить значення прискорення вільного падіння?

2. Як залежить період коливань математичного маятника від маси вантажу?

3. Що називають математичним маятником?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

«Дослідження коливань пружинного маятника»

Мета: вивчити вільні та вимушені коливання; обчислити частоту та період коливань.

Обладнання: набір тягарців з механіки; тримач із спіральною пружиною; штатив для фронтальних робіт; метр демонстраційний; секундомір.

Теоретичні відомості

Тягарець, підвішений на сталевій пружині і виведений з положення рівноваги, під дією сил тяжіння і пружності здійснює гармонічні коливання. Власна частота коливань такого пружинного маятника визначається виразом, де k – жорсткість пружини, m – маса тіла.

$$\nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}}$$

Завдання даної роботи полягає в тому, щоб експериментально перевірити виведену теоретично закономірність. Щоб виконати це завдання, спочатку треба визначити жорсткість k пружини, використаної в лабораторній установці, масу m тягарця та обчислити власну частоту ν_0 і період T_0 коливань маятника. Потім, підвісивши тягарець масою m до пружини, експериментально перевірити встановлений теоретично результат.

Пружинний маятник – система, в якій відбуваються гармонічні коливання тіла m , підвішеного на абсолютно пружній пружині, під дією пружної сили $F = -kx$, де k – жорсткість пружини, x – зміщення тіла від положення рівноваги.

Коливання – це рухи, які точно або приблизно повторюються через певні інтервали часу.

Вільні коливання – коливання, що виникають у системі під дією внутрішніх сил після того, як систему виведено з положення рівноваги.

Вимушені коливання – коливання тіл, що відбуваються під дією зовнішніх сил, які періодично змінюються.

Період коливань – мінімальний проміжок часу T , через який рух тіла повністю повторюється (час одного коливання).

Частота коливань – кількість коливань за одиницю часу (ν).

Амплітуда коливань – модуль найбільшого зміщення тіла від положення рівноваги.

Хід роботи

1. Закріпіть пружину з тримачем у лапці штатива і підвісьте до неї тягарець масою 100 г. Поряд з тягарцем закріпіть вертикально вимірювальну лінійку й позначте початкове положення тягарця.

2. Підвісьте до пружини ще два тягарці масою по 100 г і виміряйте її видовження Δx , спричинене дією сили $F=2H$. За виміряними

видовженням і відомою силою обчисліть жорсткість пружини: $k = \frac{F}{\Delta x}$.

3. Знаючи жорсткість пружини, обчисліть власну частоту коливань ν_0 і період T_0 пружинного маятника масою 200 г.

4. Залишіть на пружині два тягарці масою по 100 г, виведіть пружинний маятник з положення рівноваги, змістивши його на 4-5 см униз, і експериментально визначте частоту коливань ν маятника. Для цього, вимірявши проміжок часу Δt , протягом якого маятник здійснює 20 повних

коливань, визначте частоту коливань за формулою $\nu = \frac{n}{\Delta t}$, де n – число коливань.

5. Такі самі вимірювання й обчислення виконайте з маятником масою 300 г.

6. Обчисліть відхилення розрахункового значення власної частоти ν_0 коливань пружинного маятника від частоти ν , знайденої експериментально.

7. Результати вимірювань та обчислень запишіть у таблицю.

Виконання роботи

№ дослід	F, Н	Δx , м	k, $\frac{H}{м}$	m, кг	ν_0 , Гц	T_0 , с	Δt , с	ν , Гц	ε , %
1									
2									

Обчислення:

$$k = \frac{F}{\Delta x}$$

$$\nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}}$$

$$T_0 = \frac{1}{\nu_0} = \dots; \quad \nu = \frac{n}{\Delta t}; \quad \varepsilon = \frac{|\nu - \nu_0|}{\nu} \cdot 100\% = \dots$$

Зробіть висновки та дайте відповіді на контрольні питання.

Контрольні питання

1. Що таке період коливань?
2. Що таке частота коливань?
3. За якою формулою обчислюється період коливань пружинного маятника?

Лабораторна робота № 5

Тема: Вимірювання довжини світлової хвилі за допомогою дифракційної решітки.

Мета: навчитись вимірювати довжину світлової хвилі за допомогою дифракційної решітки.

Обладнання: електрична лампочка з прямою ниткою розжарювання(одна на клас), прилад для визначення довжини світлової хвилі, дифракційна решітка.

Теоретичні відомості

У роботі для визначення довжини світлової хвилі використовується дифракційна решітка 1 з відомим періодом d . Вона установлюється в тримачі 2, прикріпленому до кінця лінійки 3. На лінійці ж розташовується чорний екран 4 з вузькою вертикальною щілиною 5 посередині. На екрані і лінійці є міліметрові шкали. Вся установка закріплена на штативі 6 (рис. 1). Якщо дивитись крізь решітку і проріз 5 на джерело світла (лампу розжарювання), то на чорному фоні екрана можна спостерігати по обидва боки від щілини дифракційного спектри 1-го, 2-го і більш високих порядків.

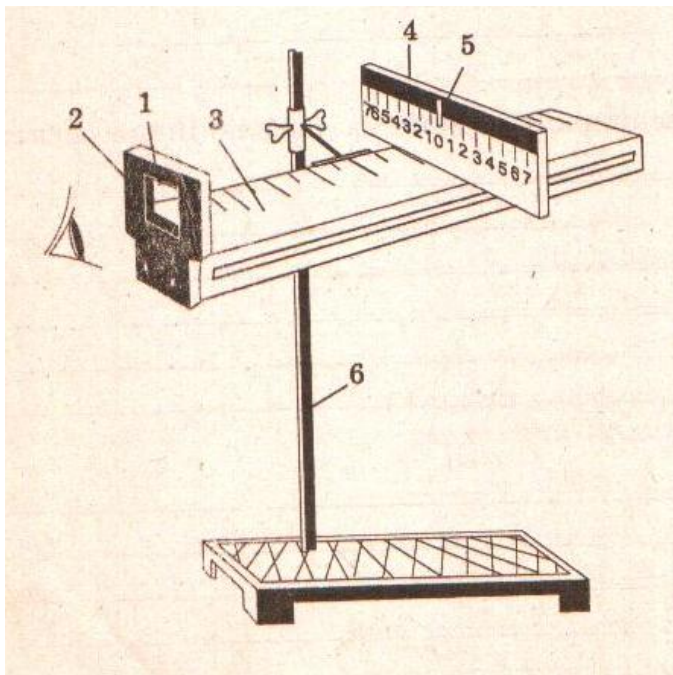


Рисунок 1. Схема установки для проведення дослідів.

Довжина світлової хвилі визначається за формулою:

$$\lambda = d \sin \varphi / k, \quad (1)$$

де d – період ґратки; k – порядок спектра; φ – кут, під яким спостерігається максимум світла відповідного кольору.

Кут φ малий, тому:

$$\sin \varphi = \operatorname{tg} \varphi. \quad (2)$$

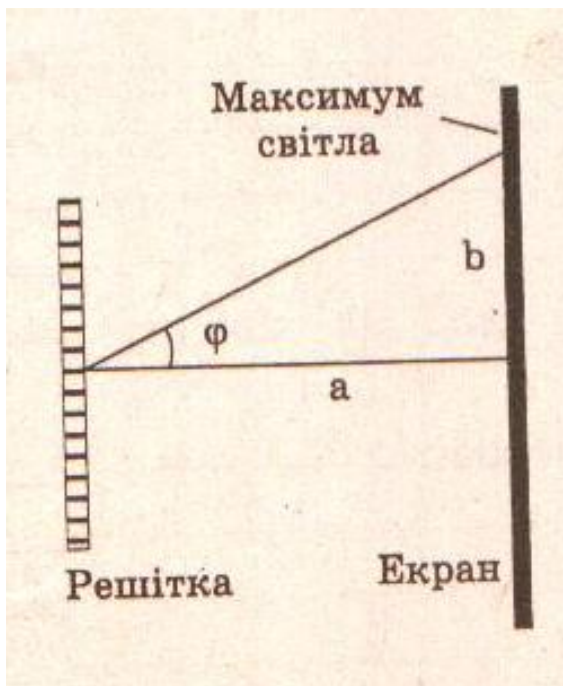


Рисунок 2. Схема досліду

З рисунка 2 видно, що

$$\operatorname{tg} \varphi = b / a, \quad (3)$$

тому

$$\lambda = db / ka. \quad (4)$$

Відстань **a** відлічують від решітки до екрана, відстань **b**-по шкалі екрана від щілини до вибраної лінії спектра.

Хід роботи

1. Виконати виміри, їх результати занести до таблиці.

Таблиця 1. Результати вимірювань.

Колір смуги	b ₁ , зліва, мм	b ₂ , справа, мм	b , середнє, мм	a , мм	λ , мм
Фіолетовий					
Синій					
Блакитний					
Зелений					
Жовтий					
Оранжевий					
Червоний					

2. Користуючись формулою **(4)**, обчислити довжину хвилі світла для кожного кольору; результати занести до таблиці.

Обчислення довжини хвилі виконувати для спектра **1-го** порядку тоді **k=1**

Таблиця 2. Результати обчислень.

Колір смуги	λ , нм Виміряне значення	λ , нм Табличне значення	λ , нм Середнє табличне значення	ε , %
Фіолетовий		450-380		
Синій		480-450		
Блакитний		500-480		
Зелений		560-500		
Жовтий		590-560		
Оранжевий		620-590		
Червоний		760-620		

4. Порівняти одержані результати вимірювання із середніми табличними заданими значеннями довжини хвиль, оцінити похибку.

$$\varepsilon = (|\lambda_{\text{вим.}} - \lambda_{\text{сер.табл.}}| / \lambda_{\text{сер.табл.}}) / 100\% \quad (5)$$

Результати занести до таблиці.

Зробити висновок.

Контрольні питання

1. Чому нульовий максимум дифракційного спектра білого кольору-біла смуга, а максимуми більш високих порядків-набір кольорових смуг?
2. Чому максимуми розташовуються як зліва, так і праворуч від нульового максимуму?
3. Який вигляд має інтерференційна картина у випадку монохроматичного світла?

Лабораторна робота № 6

Тема: Спостереження суцільного і лінійчастого спектрів

Мета: ознайомитись із спектроскопом і спостерігати суцільний і лінійчастий спектри.

Обладнання: спектроскоп прямого зору; лампочка на підставці; люмінесцентна лампа; трубки спектральні; прилад для засвічування спектральних трубок; джерело живлення на 5 В; сухий спирт (або спиртівка); колба з парами йоду; реостат на 6-10 Ом; з'єднувальні провідники; пробірки з водними розчинами солей металів і ватними тампонами на дротині; кристали кухонної солі.

Теоретичні відомості

Якщо випромінювання джерела світла направити на скляну призму, на шляху променів, що пройшли крізь призму, поставити екран, то на екрані можна спостерігати набір кольорових ліній – спектр.

Причиною явища, що спостерігається, є те, що випромінювання різних частот мають однакову швидкість c в вакуумі, а в будь-якому іншому середовищі (наприклад, в склі) їх швидкість неоднакова і залежить від частоти коливань. Так як коефіцієнт заломлення n :

$$n = c/v, \quad (1)$$

залежить від швидкості розповсюдження світлових хвиль, то промені різних частот заломлюються різно.

Хід роботи

1. Ознайомитись із спектроскопом прямого зору.

Спектроскоп складається з металевої трубки **1**, у якій знаходиться складна призма **2** і збиральна лінза **3**, закріплена в руховому тримачі **4** з гвинтом **5**; коліматорної щілини **6** і кришки **7** з окулярним отвором.

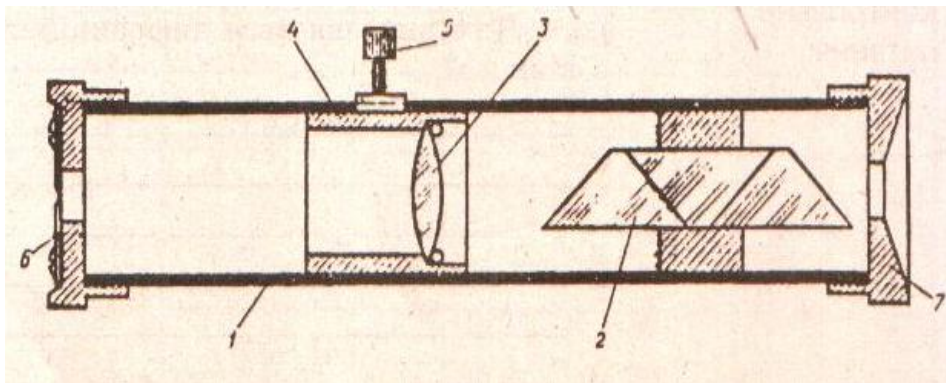


Рисунок 1. Схема спектроскопу прямого зору.

2. Закріпити спектроскоп у лапці штатива, установивши коліматорну щілину вертикально. Провести спостереження, спрямувавши спектроскоп на:

а) Сонячне світло. Зарисувати спостережений суцільний спектр.

б) Увімкнути при повному розжаренні лампочку. Що відбувається із спектром при зменшенні розжарення нитки лампочки за допомогою реостата?

3. Спостерігати лінійчастий спектр, спрямувавши спектроскоп на полум'я сухого спирту і вносячи в нього кристали кухонної солі, вату, просякнуту водними розчинами солей.

4. Як змінюється спектр при внесенні в полум'я кристалів і розчинів солей? Зарисувати спостережений спектр.

5. Спостерігати лінійчастий спектр люмінесцентної лампи.

6. Спостерігати лінійчасті спектри випромінювання спектральних трубок. Зарисувати їх.

Зробити висновки.

Контрольні питання

1. Які речовини дають суцільний спектр?
2. Які речовини дають лінійчастий спектр?
3. Чим відрізняються лінійчасті спектри різних газів і парів?
4. Чим відрізняються спектр поглинання від суцільного і лінійчастого спектрів випромінювання?

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Савельев И.В. Курс физики. Том 2. Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика. – М.: Наука, 1989.
2. Черняк Л.М. Лекції із загальної фізики: Навчальний посібник: У 3 книгах. Книга 2. Електрика. Магнетизм. Електромагнітні коливання та хвилі. Оптика. – Суми, 2013.
3. Бушок Г.Ф. Курс фізики. У 2 книгах. Книга 1. Фізичні основи механіки. Електрика і магнетизм. – К.: Либідь, 2011.
4. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высш. шк., 1990.
5. Ландсберг Г.С. Элементарный учебник по физике. Том 3. Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная. Физика. – М.: Физматлит, 2014.
6. Калашников С.Г. Электричество. – М.: Физматлит, 2017.
7. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том 4. Оптика. – М.: Наука, 1980.
8. Детлаф А.А., Яворский Б.М., Милковская Л.Б. Курс физики. Том 3. Волновые процессы. Оптика. Атомная и ядерная физика. – М.: Высш. шк., 1977.
9. Дущенко В.П., Кучерук І.М. Загальна фізика. Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика та термодинаміка. – К.: Вища школа, 1993.
10. Алексеев Б.Ф., Барсуков К.А. и др. Лабораторный практикум по физике. – М.: Высшая школа, 1988. – 351 с.
11. Портис А. Физическая лаборатория. – М.: Наука, 1978. – 318 с.
12. Александров Н.В. Практикум по общему курсу физики. – М.: Просвещение, 1969. – 168 с.
13. Кучерук І.М., Андріанов В.М. Обробка результатів фізичних досліджень. – К.: Вища школа, 1981. – 216 с.
14. Коваленко С.Г., Соломахо Г.И. Практикум по физике. Механика. – М.: Высшая школа, 1990. – 111 с.

Зміст

<i>Лабораторна робота № 1. Дослідження властивостей напівпровідників.....</i>	<i>3</i>
<i>Лабораторна робота № 2.Визначення електрохімічного еквіваленту речовини</i>	<i>7</i>
<i>Лабораторна робота № 3. Визначення прискорення вільного падіння за допомогою математичного маятника.....</i>	<i>10</i>
<i>Лабораторна робота № 4. Дослідження коливань пружинного маятника.....</i>	<i>14</i>
<i>Лабораторна робота № 5. Вимірювання довжини світлової хвилі за допомогою дифракційної решітки.....</i>	<i>15</i>
<i>Лабораторна робота № 6 Спостереження неперервного та лінійчастого спектрів речовини.....</i>	<i>18</i>
<i>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....</i>	<i>21</i>

Фізика [Текст]: методичні вказівки до лабораторних робіт для здобувачів освітньо-кваліфікаційного рівня молодший спеціаліст галузь знань 13 “Механічна інженерія” спеціальність 133 “Галузеве машинобудування” денної форми навчання/уклад. В.О. Люсік. – Любешів: ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ», 2021. – 24 с.

Комп’ютерний набір і верстка :

В.О. Люсік

Редактор:

В.О. Люсік

Підп. до друку _____ 2021 р. Формат А4.

Папір офіс. Гарн. Таймс. Умов. друк. арк. 3,5

Обл. вид. арк. 3,4. Тираж 15 прим.