

Т. В. Краснякова, К. Г. Чернобай

Ф І З И К А

11 клас

Лабораторний практикум

Академічний рівень

*Відповідає програмі з фізики для старшої
профільної 11-річної школи, що затверджена
Міністерством освіти і науки,
молоді та спорту України*

Луганськ
Янтар
2012

ББК 22.3 я721
К 78

Рекомендовано для учнів 11 класів. Відповідає програмі з фізики для старшої профільної 11-річної школи, що затверджена Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України (наказ №1021 від 28.10.2010)

Краснякова Т. В., Чернобай К. Г.

К 78 Фізика. 11 клас. Лабораторний практикум. Академічний рівень / Укладачі: Т. В. Краснякова, К. Г. Чернобай. — Луганськ : Янтар, 2012. — с. : іл.

ISBN 978-966-650-***.*

Посібник містить опис і алгоритм виконання робіт практикуму з фізики для 11 класу (академічний рівень), складених відповідно до чинної програми з фізики для 11-річної школи.

Кожна робота містить перелік необхідного обладнання, теоретичні відомості та докладний опис послідовності дій. Контрольні питання та завдання дозволяють більш глибоко перевірити рівень засвоєння матеріалу, диференційовано підійти до оцінювання роботи і дають можливість учням творчо застосовувати набуті знання на практиці.

Посібник містить достатню кількість таблиць для упорядкування поточних експериментальних вимірювань та обчислень. Завдяки наданим методикам учні вчать оцінювати точність розрахунків, розвивають вміння порівнювати результати, отримані різними методами.

Практичні роботи №6 «Дослідження транзистора» і №12 «Визначення фокусної відстані та оптичної сили лінзи» мають декілька варіантів, що дає можливість учителю планувати експеримент залежно від обладнання кабінету фізики та рівня підготовки учнів.

Для учнів 11 класів загальноосвітніх навчальних закладів та вчителів фізики.

ББК 22.3 я721

ISBN 978-966-650-***.*

© Т. В. Краснякова, К. Г. Чернобай, 2012
© Видавництво «Янтар», 2012

ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ В КАБІНЕТІ ФІЗИКИ

До початку роботи

1. Чітко з'ясуйте порядок і правила проведення лабораторної роботи.
2. Звільніть робоче місце від зайвих предметів і матеріалів.
3. Розташуйте прилади, матеріали, обладнання на столі так, щоб запобігти їхньому падінню або перекиданню.

Під час виконання роботи

1. Не залишайте своє робоче місце без дозволу вчителя.
2. Старанно дотримуйтеся усіх вказівок і рекомендацій учителя щодо виконання лабораторної роботи.
3. Перевіряйте справність і безпечність виданого вам обладнання.

Правила роботи з динамометром

1. Користуючись динамометром, не розтягуйте пружину.
2. Не перевантажуйте пружину динамометра більшим навантаженням, ніж передбачено.
3. Не допускайте розгойдування тягарців, зупиняйте їх коливання рукою.
4. Слідкуйте за кріпленням бруска з тягарцями. Не допускайте падіння тіл (брусків) і тягарців при їх зважуванні динамометром.

Правила зважування

1. Користуючись терезами, не допускайте механічних ударів важків по шальках терезів.
2. Дрібні важки беріть тільки пінцетом.
3. Зважуване тіло й важки опускайте на шальки обережно.

Правила роботи з важелем

1. Обережно врівноважуйте важіль за допомогою гайок.
2. Підвішуйте тягарці до плечей важеля так, щоб він не обертався навколо осі та не вдарив вас.
3. Обережно підвішуйте динамометр до важеля, щоб тягарці не зірвалися з плеча важеля (підтримуйте його рукою).

Правила роботи зі склом

1. Використовуйте трубки з оплавленими краями.
2. Застосовуйте скляний посуд без тріщин.
3. Оберігайте посуд від різких ударів і перепадів температури.
4. Забороняється прибирати осколки розбитого посуду руками.
5. У випадку порізів осколками скла промийте рану перекисом водню та накладіть пов'язку за допомогою стерильного бинта.

Після закінчення роботи

1. Складіть обладнання так, як воно було складено до початку роботи.
2. Приберіть своє робоче місце.

Практична робота № 1
МАГНІТНЕ ПОЛЕ ЗЕМЛІ

Мета: спостерігати намагнічування сталевого стержня в магнітному полі Землі.

Обладнання та матеріали: магнітна стрілка; шпилька; невеликий молоток; посудина з водою, папір для нотаток; клаптик тканини розміром 10×10 см.

Короткі теоретичні відомості

Відомо: якщо магнітна стрілка вільно обертається навколо вертикальної осі та поблизу немає джерел магнітних полів, то стрілка встановиться в даному місці Землі в певному напрямку.

Саме цей факт пояснює наявність магнітного поля навколо Землі, а магнітна стрілка встановлюється вздовж його магнітних ліній.

Якщо сталевий предмет помістити в магнітне поле Землі, то він стає постійним магнітом. Причому його кінці намагнітяться таким чином: той кінець, що повернутий до півночі, буде північним полюсом, а протилежний буде південним.

Оскільки магнітне поле Землі мале, то для цього досліду беруть шпильку, яку розміщують уздовж силових ліній. Через декілька хвилин можна спостерігати намагніченість голки, проте для цього завчасно 3–4 рази вдаримо молотком з одного боку по шпильці, щоб зорієнтувати домені в тілі.

Після зняття зовнішнього намагнетувального поля стержень залишається намагніченим. Для того щоб зняти залишкове намагнення, необхідно піддати тіло впливу, що призведе до руйнування магнітного упорядкування доменів у шпильці. Тому для упорядкування доменів також застосовують зовнішній вплив. Якщо б шпилька знаходилась у невагомості, то вона б зорієтувалась уздовж силових ліній магнітного поля Землі. Тому для зниження сил тертя спокою за допомогою паперу для нотаток покладемо шпильку на поверхню води (плаває на поверхні). Будемо спостерігати, як шпилька сама повернеться й розташується вздовж силових ліній магнітного поля Землі (як магнітна стрілка).

Порядок виконання роботи

1. Розташуйте магнітну стрілку на краю стола таким чином, щоб вона не заважала виконанню досліду. За допомогою магнітної стрілки визначте напрямок силових ліній магнітного поля Землі.

2. Візьміть шпильку та за допомогою шматка паперу покладіть її на поверхню води. Коли папір стане мокрим, обережно занурте його — шпилька залишиться плавати на поверхні.

3. Спостерігайте за поведінкою шпильки. Коли вона зупиниться, порівняйте напрямок розташування шпильки з напрямком магнітної стрілки.

4. Витягніть шпильку з води. Витріть її насухо.

5. Розташуйте шпильку вздовж напрямку силових ліній магнітного поля Землі.

Примітка: бажано, щоб біля шпильки не було сталевих предметів. Зачекайте 5–7 хвилин.

6. Вдарте по одному кінцю шпильки 3–4 рази молотком і зачекайте 1 хвилину.

7. Виконайте завдання п. 2

8. Спостерігайте за поведінкою голки та порівняйте напрямок її орієнтації після того, як вона зупиниться, з напрямком розташування магнітної стрілки. _____

9. Порівняйте результати спостережень двох дослідів та зробіть висновок.

Висновок: _____

Контрольні питання та завдання

1. Як розташовані лінії магнітної індукції по відношенню до меридіана?

2. Чи співпадають географічний і магнітний полюси Землі?

3. Чим зумовлена наявність магнітного поля Землі?

4. Чому північне сяйво відбувається тільки в полярних широтах?

Практична робота № 2

ДОСЛІДЖЕННЯ МАГНІТНОГО ПОЛЯ СОЛЕНОЇДА

Мета: навчитися визначати полюс у соленоїда, по якому тече струм; спостерігати посилення магнітного поля соленоїда за допомогою сталевого сердечника.

Обладнання та матеріали: котушка від розбірного електромагніту; батарея акумуляторів; стержень укорочений від універсального штатива; стрілка магнітна на підставці; ключ електричний; з'єднувальні проводи; ящик-підставка.

Короткі теоретичні відомості

Провідник, по якому проходить електричний струм, утворює магнітне поле, набуваючи властивостей магніту. Відомо, що однойменні полюси магнітів відштовхуються, а різнойменні — притягуються. Тому за допомогою магнітної стрілки можна визначити полюси провідника.

Теоретично знаходження полюсів провідника можливо за правилом свердлика, якщо знати напрямок течії струму в провіднику. За правилом свердлика знаходимо напрямок ліній магнітної індукції магнітного поля провідника, які завжди виходять із південного полюса магніту і входять у північний. Тому, знаючи напрямок ліній магнітної індукції, знаходять розташування південного і магнітного полюсів провідника зі струмом.

Соленоїд являє собою пучок провідників, укладених у витки (котушка). Навколо соленоїда, по якому тече струм, так само як і навколо провідника, виникає магнітне поле.

Порядок виконання роботи

1. Зберіть коло, що складається з послідовно з'єднаних батареї акумуляторів, ключа, котушки від розбірного електромагніту. Котушку поставте на ящик-підставку. Схему кола накресліть на рис. 1.1.



2. Піднесіть до одного з кінців котушки магнітну стрілку таким чином, щоб її напрямок не збігався з віссю котушки.

3. Замкніть коло. За допомогою магнітної стрілки визначте полюси соленоїда. У стовпчику «Розташування полюсів, що спостерігаємо» (табл. 1.1) зарисуйте полюси соленоїда.

Рис. 1.1

4. Знаючи напрямок струму в колі, визначте за допомогою правила свердлика полюси соленоїда. Результати спостережень занесіть до табл. 1.1.

5. Замкніть ключ і виконайте завдання пп. 1–2.

6. Не чекаючи, поки магнітна стрілка встановиться в магнітному полі соленоїда, введіть залізний стержень симетрично котушці. За результатами спостережуваних коливань магнітної стрілки зробіть висновки про зміну магнітного поля соленоїда.

7. За допомогою магнітної стрілки визначте полюси соленоїда. У стовпчику «Розташування полюсів, що спостерігаємо» (табл. 1.1.) зарисуйте полюси соленоїда.

8. Знаючи напрямок струму в колі, визначте за допомогою правила свердлика полюси соленоїда. Результати занесіть до табл. 1.1.

Таблиця 1.1

	Розташування полюсів, що спостерігаємо	Розташування полюсів за правилом свердлика
Соленоїд без стержня		
Соленоїд зі стержнем		

9. Зробіть *висновок*. _____

Контрольні питання та завдання

1. Де зосереджено поле соленоїда?

2. Як впливає наявність сердечника на поле соленоїда?

3. Зарисуйте магнітне поле соленоїда. Поясніть його напрям як результат додавання полів окремих витків.

4. Чи змінюють речовини, які поміщають в магнітне поле, індукцію цього поля?

Практична робота № 3

ВИМІРЮВАННЯ ЄМНОСТІ КОНДЕНСАТОРА

Мета: дослідницьким шляхом визначити електроємність конденсатора.

Обладнання та матеріали: два конденсатори відомої ємності (0,5–2 мкФ), конденсатор невідомої ємності, мікроамперметр на 100 мкА, джерело струму, ключ.

Короткі теоретичні відомості

Конденсатор — це система двох провідників, розділених шаром діелектрика, товщина якого є значно меншою за розміри провідників. **Електроємність конденсатора** — це фізична величина, що дорівнює відношенню заряду однієї з пластин конденсатора до напруги між його обкладками

$$C = \frac{q}{U}. \quad (1)$$

Якщо конденсатор постійної ємності розряджується через гальванометр, то стрілка гальванометра відхиляється на однаковий кут, за умови, що конденсатор заряджався від одного і того ж джерела струму. Для конденсатора іншої ємності відхилення стрілки гальванометра буде іншим. Отже, ємність конденсатора C є прямо пропорційною числу поділок n , на яке відхиляється стрілка гальванометра

$$C = kn, \quad (2)$$

де k — коефіцієнт пропорційності, який дорівнює електроємності, що відповідає одній поділці шкали гальванометра

$$k = \frac{C}{n}. \quad (3)$$

За цим коефіцієнтом і за відхиленням стрілки гальванометра можна визначити електроємність будь-якого конденсатора.

Порядок виконання роботи

Складіть електричне коло за схемою (рис. 3.1), увімкнувши в нього конденсатор відомої ємності.

1. Зарядіть конденсатор, перемкнувши ключ у положення I.
2. Переключіть ключ у положення II. Зафіксуйте максимальне відхилення стрілки за шкалою гальванометра.

2. Як зміниться ємність плоского повітряного конденсатора, якщо відстань між пластинами збільшити в 4 рази і простір між ними заповнити діелектриком з діелектричною проникністю 2?

3. Складіть електричне коло за схемою (рис. 3.1), увімкнувши в нього два конденсатори відомої ємності: а) послідовно; б) паралельно. Визначте їх загальну ємність методом, який запропоновано в роботі. Порівняйте отриманий результат з розрахованим теоретично. Зробіть висновки.

Практична робота № 4

ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ ЗАРЯДЖЕНОГО КОНДЕНСАТОРА

Мета: дослідницьким шляхом визначити енергію зарядженого конденсатора.

Обладнання та матеріали: електролітичний конденсатор (10–30 В, 2 000 мкФ), амперовольтомметр, вольтметр, джерело струму, резистор на 50–100 Ом, ключ, секундомір (годинник із секундною стрілкою).

Короткі теоретичні відомості

Конденсатор — це система двох провідників, що розділені шаром діелектрика, товщина якого є значно меншою за розміри провідників. Він призначений для накопичення електричного заряду. Між обкладками конденсатора існує електростатичне поле, отже, заряджений конденсатор має енергію, яку можна знайти як

$$E_p = \frac{CU^2}{2} = \frac{qU}{2}. \quad (1)$$

де q — заряд конденсатора ємністю C , зарядженого до напруги U . Коли конденсатор розряджається, сила струму з часом зменшується (рис. 4.1). Площа, що обмежена координатними осями і графіком залежності $I(t)$, чисельно дорівнює заряду, який накопичив конденсатор під час заряджання.

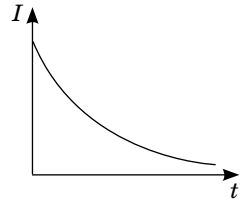


Рис. 4.1

Порядок виконання роботи

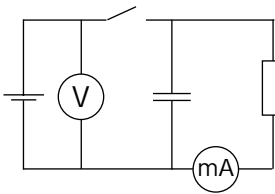


Рис. 4.2

1. Складіть електричне коло за схемою (рис. 4.2).
2. Зафіксуйте показання вольтметра $U = \underline{\hspace{2cm}}$.
3. Зарядіть конденсатор, замкнувши ключ.
4. Розімкніть ключ і одночасно увімкніть секундомір — струм у колі

продовжує йти за рахунок розряджання конденсатора.

5. Кожні 10 с фіксуйте показання мікроамперметра (табл. 4.1).

6. За даними таблиці побудуйте залежність $I(t)$. Визначте заряд, який відповідає одній клітинці. Для цього помножте час, що відповідає одній клітинці по осі абсцис, на силу струму, що відповідає одній клітинці по осі ординат. $q_{кл} = \underline{\hspace{2cm}}$.

7. Підрахуйте кількість цілих $n_c = \underline{\hspace{2cm}}$ і нецілих $n_n = \underline{\hspace{2cm}}$ клітинок під графіком. Визначте повне число клітинок n як $n = n_c + 0,5n_n$.

8. Розрахуйте заряд, що відповідає всій площі під графіком $q = q_{кл} n$.

10. За формулою (1) визначте енергію зарядженого конденсатора. Порівняйте її з величиною, розрахованою за номінальним значенням ємності та напруги.

Таблиця 4.1

I, A										
t, c										

3. Як зміниться енергія зарядженого конденсатора, якщо збільшити вдвічі його заряд і напругу між його обкладками?

Практична робота № 5

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПІВПРОВІДНИКОВОГО ДІОДА

Мета: дослідити залежність струму від напруги, яку прикладено до діода.

Обладнання та матеріали: напівпровідниковий діод на підставці; джерело постійного струму (акумулятор на 8–10 В); міліамперметр з різними діапазонами вимірювання; вольтметр з різними діапазонами вимірювання; реостат з великим опором; ключ; з'єднувальні проводи.

Короткі теоретичні відомості

Напівпровідниковий діод — це пристрій, який проводить струм лише в одному напрямі. Це можна пояснити таким чином. При контакті двох різних металів між ними виникає різниця потенціалів, яка називається *контактною різницею потенціалів*. Контактну різницю потенціалів обумовлює різна *концентрація вільних електронів* і *неоднакова робота виходу електронів* з різних металів. Отже, при контакті двох різних металів виникає *неоднаковий потік електронів* з одного металу в іншій, внаслідок чого один з металів на стику заряджається позитивно, а другий — негативно. Таке ж явище, але більш яскраво виражене, має місце і під час контакту металу з напівпровідником. У напівпровіднику в приконтактній зоні виникає певна область об'ємного заряду, яка при накладенні зовнішнього поля до системи метал-напівпровідник буде або збільшуватися (опір контакту збільшується), або зменшуватися (опір контакту зменшується). Отже, такий контакт пропускає струм тільки в одному напрямку.

Напрямок, в якому діод пропускає великий струм, називають *пропускним*, а зворотний напрямок (пропускання малого струму діодом) — *замикаючим*.

Діоди також виготовляють із двох напівпровідників різної провідності (електронних і діркових). У цьому випадку електронно-дірковий перехід забезпечують основні носії заряду: електрони з n -напівпровідника дифундують в p -напівпровідник, а дірки — з p -напівпровідника в n -напівпровідник. В результаті з обох боків кордону контакту утворюються об'ємні заряди різних знаків, тобто електричне поле (замикаючий шар). При відсутності зовнішнього електричного поля струми, що утворені рухом основних носіїв заряду, є рівними за величиною, але протилежними за напрямком, тому сила струму через перехід дорівнює нулю.

Прямим струмом діода називають струм, що утворений рухом основних носіїв заряду і спрямований від діркового напівпровідника до електронного. *Зворотний струм* діода створюють неосновні носії заряду. Він направлений від електронного напівпровідника до діркового.

Порядок виконання роботи

1. Складіть електричне коло за схемою (рис. 5.1).

2. За допомогою реостата, змінюючи напругу на діоді, зафіксуйте показання міліамперметра та вольтметра через кожні 0,2 В (табл. 5.1). Вольтметр у цьому випадку використовуйте зі шкалою 3 В, а міліамперметр — в діапазонах 7,5 мА, 15 мА, 30 мА.

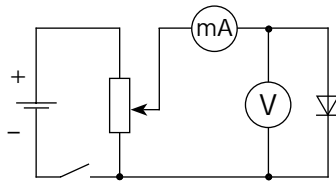


Рис. 5.1

Таблиця 5.1

№ досліду	U , В	I , мА	R , Ом

3. За законом Ома для однорідної ділянки кола, розрахуйте опір діода.

міліамперметр постійного струму; ампервольтметр; джерело постійного струму, акумулятор; потенціометри дровотві опором 50–100 Ом — 2 шт., ключ — 2 шт., проводи з'єднувальні.

Короткі теоретичні відомості

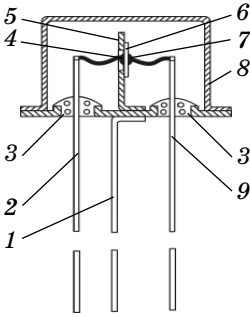


Рис. 6.1

Основною частиною транзистора типу *p-n-p* є тонка кристалічна пластинка германію 6 (рис. 6.1), в яку з боку великих граней вплавлено дві краплини індію 4 і 7. У результаті в пластинці, яка спочатку має лише електронну провідність, утворилися три різних зони провідності, що чергуються: дві крайні мають діркову провідність (*p*-типу) і називаються *емітером* і *колектором*, а середня має електронну провідність (*n*-типу) і називається *базою*. На кордоні цих областей утворилися два електронно-діркових переходи. Перехід «емітер-база»

називають *емітерним*, а «база-колектор» — *колекторним*. Кожен перехід окремо веде себе як звичайний напівпровідниковий діод (проводить струм в одному напрямку).

Пластинку германію припаяно оловом до кристалотримача 5, який з'єднаний з герметизованим металевим корпусом 8 для тепловіддачі. Вивід від емітера 2 і вивід від колектора 9 проходить через скляні ізолятори 3. Вивід від бази 1 приварено до корпусу транзистора і розташовано ближче до виводу емітера.

Транзистор змонтовано на пластмасовій панелі з трьома застискачами, до яких підведено виводи від бази, емітера і колектора. Вони позначені на панелі літерами Б, Е, К.

При включенні транзистора в коло на емітерний перехід подають пряму напругу, а на колекторний перехід — зворотну напругу.

Одним з найважливіших параметрів транзистора, що характеризує його підсилювальні властивості, є статистичний коефіцієнт посилення по струму. Для схеми включення із загальним емітером він дорівнює відношенню зміни сили струму колектора до зміни сили струму бази при постійній напрузі між колектором і емітером $U_{к,е}$:

$$\beta = \frac{\Delta I_K}{\Delta I_B} \text{ при } U_{к.е} = \text{const.}$$

Ще одною величиною, що має важливе значення для характеристики температурної стабільності роботи транзистора, є сила зворотного струму колектора.

Порядок виконання роботи

Варіант 1. Вимірювання опорів емітерного і колекторного переходів транзистора і сили зворотного струму колектора

1. Увімкніть ампервольтметр як омметра на межі вимірювання 2000 Ом і встановіть стрілку приладу на нуль шкали.

2. Підключіть щупи омметра до емітера і бази транзистора і, змінюючи полярність включення, переконайтеся в одnobічній провідності емітерного переходу.

3. Підключіть щупи омметра до бази і колектора транзистора та вивчіть колекторний перехід на електричну провідність.

4. Виміряйте опори для прямих напрямків емітерного і колекторного переходів. Результати вимірювань занесіть до таблиці 6.1.

5. Встановіть омметр на діапазон вимірювання 2 МОм і виміряйте опір зворотного струму для емітерного і колекторного переходів. Результати вимірювань занесіть до таблиці 6.1.

6. Розрахуйте силу зворотного струму колектора. Для цього увімкніть колекторний перехід у зворотному напрямку, тобто щуп від гнізда «заг.» з'єднайте з базою, а щуп від гнізда «1000» — з колектором. Відлік показань приладу ведуть за шкалою постійного струму (сила струму повного відхилення стрілки 150 мкА). Результати запишіть у таблицю 6.1.

Таблиця 6.1

Тип транзистора	Емітерний перехід		Колекторний перехід		$I_{зв, к},$ мкА
	$R_{np},$ Ом	$R_{ze},$ Ом	$R_{np},$ Ом	$R_{ze},$ Ом	

Варіант II. Вимірювання коефіцієнта посилення по струму і дослідження залежності сили струму колектора від напруги між колектором і емітером при постійній силі струмі бази

1. Складіть електричне коло за схемою (рис. 6.2).

2. Пряму напругу на емітерний перехід подають від одного акумулятора батареї 3-НКН-10 за допомогою потенціометра R_1 , а зворотну напругу на колекторний перехід — від джерела постійного струму або від батареї акумулятора 3-НКН-10 за допомогою потенціометра R_2 і контролюють вольтметром зі шкалою 10 В. Силу струму бази вимірюють мікроамперметром зі шкалою 100 мкА, а силу струму колектора — міліамперметром зі шкалою 7,5 мА.

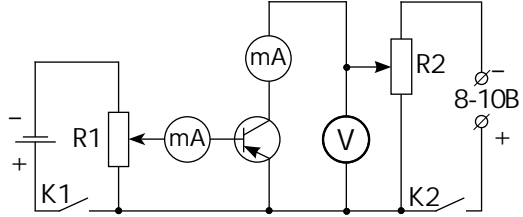


Рис. 6.2

3. Вмикаючи коло, спочатку ввімкніть емітерний, а потім колекторний переходи. Уважно! Неможна замикати виводи бази і колектора. Сила струму через переходи транзистора не має перевищувати 10 мА. Всі перемикання в колі відбуваються при вимкнених джерелах струму.

4. За допомогою потенціометра R_1 встановіть силу струму бази 50 мкА.

5. Виміряйте силу струму колектора при напрузі на колекторі 4 В.

6. За допомогою потенціометра R_1 встановіть силу струму бази 100 мкА і при тій же напрузі колектора (4 В) виміряйте силу струму колектора. Результати вимірювань занесіть до таблиці 6.2.

Таблиця 6.2

I_{σ} , мкА	I_{κ} , мА	$U_{\kappa e}$, В	β
50		4	
100		4	

7. Обчисліть статистичний коефіцієнт посилення по струму транзистора за даними пп. 3–5.

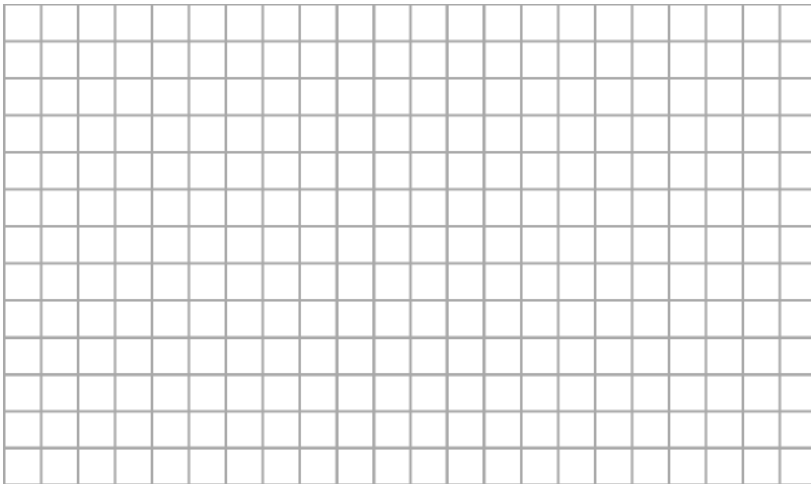
8. Встановіть силу струму бази 100 мкА і поступово збільшуйте напругу на колекторі на 0,5 В, а потім (коли зміна сили струму колектора припиниться) — на 1 В. Показання приладів занесіть до таблиці 6.3.

9. За даними таблиці 6.3 побудуйте графік залежності сили струму колектора від напруги між колектором і емітером, якщо сила струму бази є постійною.

Таблиця 6.3

№ досліду	I_b , мкА	I_c , мА	$U_{ке}$, В
1	100		
2	100		
3	100		
4	100		
5	100		

Необхідні обчислення



Короткі теоретичні відомості

На межі розділу двох оптично прозорих середовищ світлова хвиля частково відбивається (повертається до першого середовища) і частково заломлюється (проходить у друге середовище) (рис. 7.1).

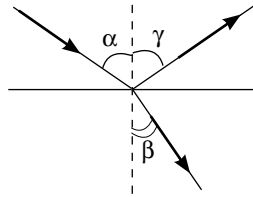


Рис. 7.1

При відбиванні світла виконується закон відбивання: падаючий промінь, промінь відбитий і перпендикуляр до межі розділу двох середовищ, встановлений у точці падіння, лежать в одній площині; кут відбивання γ дорівнює куту падіння α

$$\gamma = \alpha. \tag{1}$$

У разі заломлення світлова хвиля завжди змінює напрямок свого поширення. За законом заломлення: падаючий промінь, промінь заломлений і перпендикуляр до межі розділу двох середовищ, встановлений у точці падіння, лежать в одній площині; співвідношення синуса кута падіння α до синуса кута заломлення β є постійною для двох середовищ величиною:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n, \tag{2}$$

де n — відносний показник заломлення (показник заломлення другого середовища відносно першого).

Порядок виконання роботи

I. Перевірка закону відбивання світла

1. На аркуші паперу зобразить пряму AB . До її середини під деяким кутом проведіть ще одну пряму — лінію падіння променя. Першу шпильку застроміть вертикально в точці O — точці перетину ліній, другу — в точці C на відстані приблизно 5 см від точки O на лінії падіння променя (рис. 7.2).

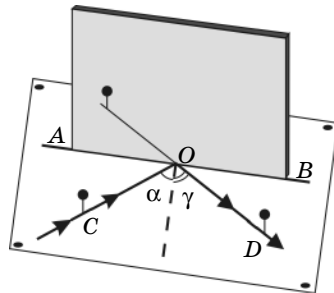


Рис. 7.2

2. Розташуйте плоске дзеркало вздовж прямої AB так, щоб у дзеркалі було видно віддзеркалення другої шпильки (точки C).

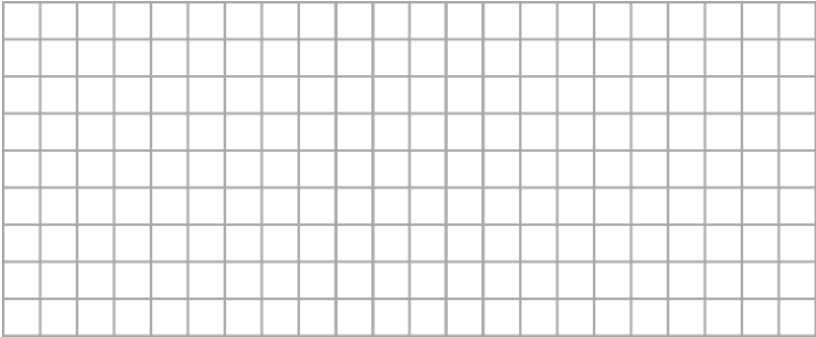
3. Міняйте кут зору доти, поки зображення двох шпильок у дзеркалі не співпадуть. Застроміть на лінії відбитого променя третю шпильку (точку D).

4. З'єднайте прямою точки O і D . Виміряйте кути падіння і відбивання $\alpha = \underline{\hspace{2cm}}$, $\gamma = \underline{\hspace{2cm}}$.

5. Перевірте співвідношення (1).

6. Поміняйте кут падіння променя. Виконайте завдання пп. 2–5. Зробіть висновок.

Необхідні обчислення



Висновок. _____

II. Перевірка закону заломлення світла

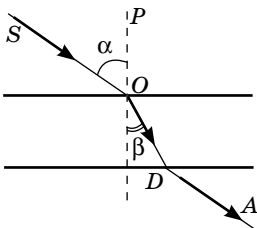


Рис. 7.3

1. Розташуйте на аркуші паперу плоскопаралельну скляну пластинку. Обведіть її. Побудуйте в точці O перпендикуляр до бічної грані пластинки. Під довільним кутом до неї проведіть пряму SO — лінію падіння променя. У двох довільних точках прямої SO застроміть вертикально дві шпильки (рис. 7.3).

2. Спрямуйте погляд так, щоб під час спостереження зображення шпильок збігалися. Подивіться кризь скляну

пластину та поставте третю шпильку (точка D) на виході з пластинки так, щоб вона знаходилася на продовженні прямої SO . Проведіть через точку D пряму DA , паралельну лінії падіння променя SO .

3. Зніміть пластинку з аркуша паперу. З'єднайте точки O і D .

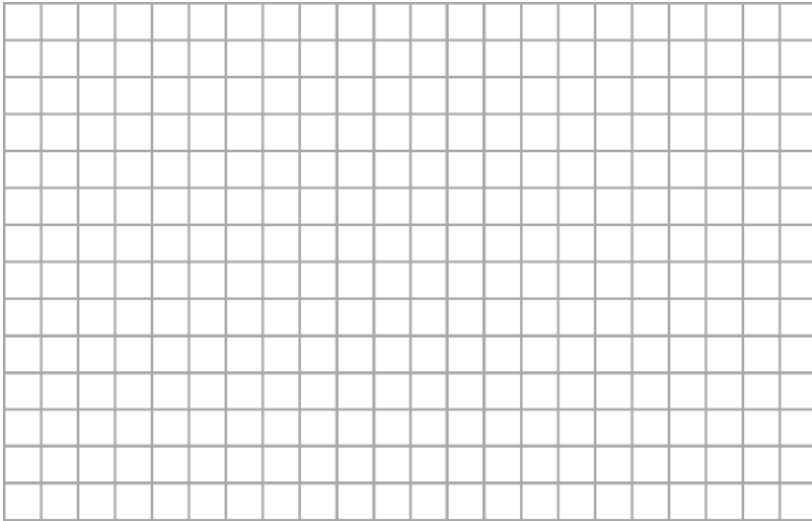
4. Виміряйте кут падіння α , утворений перпендикуляром OP і променем SO , і кут заломлення β між перпендикуляром OP та відрізком OD . $\alpha =$ _____, $\beta =$ _____.

5. За формулою (2) обчисліть відносний показник заломлення $n =$ _____.

6. Поміняйте кут падіння променя. Виконайте завдання пп. 2–4. $n =$ _____. Зробіть висновок.

7. Без транспортира визначте відносний показник заломлення для скляної пластинки.

Необхідні обчислення



Висновок. _____

Контрольні питання та завдання

1. Що називають кутом падіння, відбивання та заломлення?

2. Який фізичний зміст відносного показника заломлення двох середовищ?

3. Чи буде заломлюватися промінь, що падає перпендикулярно межі розділу двох середовищ?

4. У чому суть явища повного відбивання світла?

Практична робота №8

ВИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИНИ СВІТЛОВОЇ ХВИЛІ

Мета: навчитися визначати довжину світлової хвилі за допомогою дифракційної ґратки.

Обладнання та матеріали: штатив з муфтою та лапкою; прилад для визначення довжини світлової хвилі; дифракційна ґратка; лампа розжарювання.

Короткі теоретичні відомості

Одним з найпростіших методів визначення довжини світлової хвилі є метод, пов'язаний зі спостереженням дифракції світла за допомогою дифракційної ґратки.

Дифракційну ґратку з відомим періодом d , вказаним на ґратці, затискають у тримачі, який прикріплений до кінця лінійки (рис. 8.1). Також до лінійки прикріплено чорний екран з вузькою вертикальною щілиною посередині. Цей екран можна переміщати вздовж лінійки. На екрані та лінійці прикріплені міліметрові шкали.

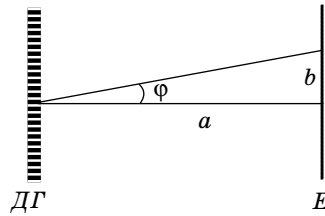


Рис. 8.1

Якщо дивитися крізь ґратку та щілину екрану на джерело світла, то на чорному екрані можна побачити дифракційні кольорові спектри по різні боки від щілини.

Довжину хвилі λ визначають за формулою $\lambda = \frac{d \sin \varphi}{k}$,

де k — порядок спектра, φ — кут, під яким спостерігається максимум світла певної довжини хвилі.

Позначимо a — відстань від ґратки до екрану, b — відстань від ґратки лінії спектра, яку спостерігаємо, а φ — кут спостереження не більше 5° , тоді $\lambda = \frac{db}{ka}$, оскільки для малих кутів $\sin \varphi$ можна замінити на $\operatorname{tg} \varphi$.

Порядок виконання роботи

1. Встановіть у рамку дифракційну ґратку.
2. Відсуньте екран зі щілиною на максимальну відстань від дифракційної ґратки. Направте вісь приладу таким чином, щоб крізь щілину екрану можна було спостерігати нитку розжарювання лампи.
3. Спостерігайте по обидва боки від щілини дифракційні кольорові спектри.
4. За допомогою шкали на екрані визначити положення середин кольорових смуг у спектрах першого порядку.
5. Результати занесіть до таблиці 8.1.
6. За даними роботи визначіть довжину хвилі й порівняйте з табличними даними.
7. Зробіть висновки.

Контрольні питання та завдання

1. Як буде змінюватися дифракційна картина, якщо перед щілиною послідовно розміщувати світлофільтри?

2. Як зміниться дифракційна картина, якщо дифракційну ґратку замінити на іншу з періодом $d=1/20$ мм, $d=1/500$ мм?

3. Визначіть довжину жовтої та фіолетової хвиль, спостерігаючи за спектрами II-го порядку. Ці величини порівняйте з результатами роботи.

Практична робота №9

ВИВЧЕННЯ ЯВИЩА ПОЛЯРИЗАЦІЇ СВІТЛА

Мета: спостерігати поляризацію світла при його відбиванні; визначити площину поляризації відбитого світла; установити залежність ступеня поляризації світла від кута падіння.

Обладнання та матеріали: поляроїд, скляна пластинка, целофан, лампочка на 6 В, джерело струму, ключ.

Короткі теоретичні відомості

Світлові хвилі є поперечними. У природному світлі присутні коливання різних напрямків (рис. 9.1, а), перпендикулярних напрямку поширення хвилі, тобто світлова хвиля має осьову симетрію. Світло, в якому напрямок коливань лежить в одній площині (рис. 9.1, б), перпендикулярній до напрямку

поширення хвилі, є *плоскополяризованим*. Площина, що проходить через напрям коливань плоскополяризованої хвилі і напрям поширення цієї хвилі, називається *площиною поляризації*.

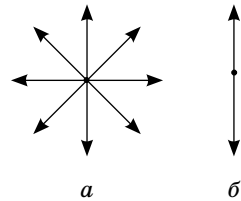


Рис. 9.1

Природне світло можна перетворити на плоскополяризоване, використовуючи поляризатори, які пропускають коливання тільки певного напрямку. Якщо обертати поляризатор навколо напрямку поширення хвилі, то ніяких змін в інтенсивності світла, що пройшло крізь поляризатор, не спостерігається. Якщо ж на шляху поставити другий такий же поляризатор і обертати його навколо напрямку поширення хвилі, то інтенсивність минулого світла змінюється в залежності від кута α між площинами пропускання поляризаторів від повного затемнення (при перпендикулярних площинах пропускання) до максимуму інтенсивності (при паралельних площинах пропускання).

Деякі речовини мають здатність обертати площину поляризації. Їх називають *оптично активними*. Якщо між схрещеними поляризаторами, що дають темне поле зору, помістити оптично активну речовину, то поле зору просвітлюється. При повороті другого поляризатора на деякий кут ϕ можна знову отримати темне поле зору.

Порядок виконання роботи

1. Складіть електричне коло з джерела струму, ключа і лампочки.

2. Замкніть коло. Подивіться через поляроїд на лампочку. Повільно обертайте поляроїд навколо лінії зору. Опишіть спостереження.

3. Покладіть на стіл скляну пластинку. Подивіться на відбите пластинкою світло від лампочки через поляроїд. Повільно обертайте поляроїд навколо лінії зору. Опишіть спостереження.

4. Установіть поляроїд на мінімум світла. Повертайте скляну пластинку навколо горизонтальної осі. Опишіть спостереження.

5. Встановіть поляроїд на мінімум світла. Внесіть у простір між пластинкою і поляроїдів шматочок целофану — поле зору просвітлиться.

6. Повертайте поляроїд навколо лінії зору до максимального затемнення. Зафіксуйте кут повороту.

7. Виконайте завдання пп. 5–6 із целофаном, складеним удвічі. Опишіть спостереження.

Висновок. _____

Контрольні питання та завдання

1. Чому при падінні природного світла на поляризатор, який обертається навколо напрямку поширення хвилі, не спостерігається жодних змін в інтенсивності світла, яке пройшло крізь поляризатор?

2. Де застосовують явище поляризації світла?

3. Чому при внесенні целофану у простір між скляною пластинкою і поляроїдом поле зору просвітлюється?

Практична робота № 10
ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ
ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ХВИЛЬ

Мета: спостерігати поглинання, відбивання, заломлення, інтерференцію і поперечність електромагнетних хвиль.

Обладнання та матеріали: комплект апаратури для вивчення властивостей електромагнітних хвиль, випрямляч ВУП-1, підсилювач низької частоти, динамік.

Короткі теоретичні відомості

Змінне магнітне поле зумовлює появу в просторі змінного електричного поля, внаслідок якого виникає змінне магнітне поле, і т.д. Процес взаємного породження магнітного і електричного полів, який почався у просторі, безперервно продовжується, захоплюючи нові області простору. Цей процес і є *електромагнітною хвилею*. Електромагнітна хвиля є *поперечною*: вектори напруженості електричного поля та індукції магнітного поля є взаємно перпендикулярними, а також перпендикулярними напрямку розповсюдження хвилі.

Як і будь-які інші хвилі, електромагнітні на межі розділу двох середовищ частково *відбиваються*, частково переходять в інше середовище (*заломлюються*). Від поверхні діелектрика вони відбиваються слабо, від металу — практично повністю. У краю перешкоди або під час проходження через отвір електромагнітні хвилі *дифрагують*. Для когерентних електромагнітних хвиль спостерігається явище *інтерференції*.

Порядок виконання роботи

1. За допомогою вчителя зберіть установку для спостереження властивостей електромагнітних хвиль. Встановіть рупори генератора і приймача уздовж однієї горизонтальної прямої.

2. Увімкніть живлення кола — через деякий час динамік починає звучати.

3. Між генератором і динаміком помістіть спочатку металевий екран, а потім екран з діелектричного матеріалу (наприклад, оргскла). Опишіть спостереження.

4. Установіть рупори генератора і приймача під деяким кутом до горизонту — звучання припиниться. Над приймачем і генератором горизонтально встановіть алюмінієвий екран, і знайдіть його таке положення, при якому відновлюється прийом звуку. Повертайте екран навколо горизонтальної осі. Опишіть спостереження.

5. Помістіть на місце алюмінієвого екрана трикутну призму з діелектрика. Опишіть спостереження.

6. Встановіть генератор і приймач один проти одного. Піднесіть знизу металевий екран у горизонтальному положенні. Поступово піднімайте екран. Опишіть спостереження.

7. По черзі повертайте рупор генератора і приймача навколо поздовжньої осі. Опишіть спостереження. (*Примітка:* прийомний рупор приймає тільки поляризовану хвилю.)

Висновок. _____

Контрольні питання та завдання

1. Як у електромагнітній хвилі відбуваються коливання векторів напруженості електричного поля та індукції магнітного поля?

2. Електромагнітні хвилі мають довжину 10 м; 0,85 мкм; 300 нм і 1,5 пм. До яких діапазонів на шкалі електромагнітних хвиль відносять хвилі з такими довжинами?

3. Чи змінюється швидкість електромагнітної хвилі під час переходу з вакууму в діелектричне середовище?

Практична робота № 11

**ВИВЧЕННЯ БУДОВИ ДОЗИМЕТРА
І СКЛАДАННЯ РАДІОЛОГІЧНОЇ КАРТИ МІСЦЕВОСТІ***

Мета: вивчити пристрій побутового дозиметра-радіометра МКС-05 ТЕРРА-П; навчитися проводити дозиметричні вимірювання; ознайомитися з радіологічною картою України хімічного елемента (CS-137).

Обладнання: дозиметр-радіометр МКС-05 ТЕРРА-П, радіологічна карта України.

Короткі теоретичні відомості

Загальною властивістю випромінювань, що виникають при радіоактивному розпаді ядер, є здатність проникати через речовину, відчуваючи втрату енергії, в основному на іонізацію.

Альфа-частинки мають велику іонізуючу здатністю, тобто малу проникаючу здатністю. Проходячи через шар речовини, α -частинки зазнають пружне розсіювання на ядрах атомів і вільних електронах і непружні зіткнення з орбітальними електронами.

Бета-частинки (електрони), в основному, втрачають енергію на рентгенівське випромінювання в результаті гальмування в поле атомних ядер речовини. Іонізуюча здатність α -частинок значно менше, ніж β -частинок. Так на своєму шляху в повітрі вони створюють іонів в кілька сот разів менше, ніж β -частинок.

Енергія γ -квантів під час радіоактивності складає 10^{-2} – 10^1 МеВ. Механізм взаємодії γ -квантів з речовиною залежить від властивостей середовища і від енергії самого γ -кванта. Основними процесами взаємодії є фотопоглинання, або фотоефект, комптон-ефект і утворення пар електрон-позитрон. В результаті кожного з цих процесів в середовищі, що опромінюється, виникає велика кількість електронів, які швидко рухаються. Значна їх частина має енергією, достатньою для іонізації атомів середовища. Енергія, що поглинається при цьому опромінюваним середовищем, визначає радіаційний ефект.

* У зв'язку з тим, що радіаційний фон у межах однієї школи буде практично однаковим, тобто не дозволяє бути порівняним, тому в цій роботі пропонуємо школярам не створювати радіологічну карту, а проаналізувати вже готові карти для України для певних радіоактивних елементів. Це дозволить учням зробити висновки про забруднення своєї території.

Іонізуюче випромінювання негативно впливає на живі організми. Ураження проявляється, як на рівні молекул і клітин, так і на рівні окремих органів або всього організму. При досить великих дозах організм гине, при менших — виникають різні захворювання (насамперед променева хвороба). Ураження можуть бути різними в залежності від виду частинок і дози опромінення.

Досвід свідчить, що дія ядерних випромінювань на тканини живого організму визначається не тільки дозою опромінення, а й природою іонізуючих частинок. Важкі частки (α -частинки, нейтрони, протони, іони) викликають більше фізіологічних порушень, ніж легкі (β^+ , β^- , γ -випромінювання). Особливо небезпечні сильно проникаючі потоки нейтронів.

Під дією випромінювань радіоактивних ізотопів, в об'єкті, який опромінюють, накопичуються різні порушення. Поглинена доза випромінювання визначається енергією, яку поглинає одиниця маси опроміненої речовини. В СІ одиницею поглиненої дози виступає грей (Гр), а позасистемною — рад. Поглинена в одиницю часу доза називається потужністю поглиненої дози і вимірюється в СІ в Гр/с. Для обліку радіаційної небезпеки різних видів випромінювань введено еквівалентну дозу, що дорівнює добутку поглиненої дози на коефіцієнт якості (його значення наводять у спеціальних таблицях). Одиниця еквівалентної дози в СІ — зіверт (позасистемна — бер).

Для рентгенівського випромінювання задані дози вимірюють у рентгенах (Р), а їх потужності (Р/год).

Рентген — це така доза рентгенівського або γ -випромінювання, при якій в 1 см^3 атмосферного повітря при 0°C і 760 мм. рт. ст. утворюється $2,08 \cdot 10^9$ пар іонів та в середньому витрачається $32,5 \text{ еВ}$. Отже, дозі в один рентген відповідає в середньому енергія $8,38 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$ на 1 г повітря. Поглинання в тканині трохи більше, так що 1 Р еквівалентний $9,3 \cdot 10^{-6} \text{ Дж/г}$ або 10^{-2} Гр .

Перетворення поглиненої речовиною енергії в будь-який інший вид, зручний для реєстрації, здійснюється в так званих детекторах — обов'язкових елементах приладів, що застосовуються для виявлення іонізуючих випромінювань. До детекторів, заснованих на виявленні ефекту від іонізації в газі, відносять іонізаційні камери та газорозрядні лічильники.

В іонізаційній камері електрони і позитивні іони, утворені випромінюванням, під дією сил електричного поля переміщуються до відповідних електродів. Унаслідок цього в зовнішньому ланцюзі з'являється струм. Сила цього струму може служити мірою іонізаційного ефекту.

В газорозрядному лічильнику, на відміну від іонізаційної камери, використовують ефект газового посилення за рахунок вторинної іонізації, в результаті якої кількість електронів і позитивних іонів, що досягають відповідних електродів, у багато разів перевищує число іонів, утворених під час первинної іонізації.

За призначенням дозиметричні прилади поділяють на індикатори, рентгенометри, радіометри і дозиметри.

Дозиметр — прилад для вимірювання дози або потужності дози іонізуючого випромінювання, отриманого приладом за деякий проміжок часу (час перебування на певній території, час робочої зміни і т.д.).

Радіометр — прилад для вимірювання активності радіонуклідів в джерелі випромінювання або зразку (в обсязі рідини, газу, твердих тіл).

Побутові дозиметри можуть працювати і в режимі радіометра.

Сучасні побутові дозиметри мають дуже компактні, що дозволяє їх використовувати в різних умовах в повсякденному житті. Час роботи батарей дозиметра коливається від декількох діб до декількох місяців.

Діапазон вимірювання побутових дозиметрів становить 0,1–99,99 мікросіверт на годину.

Роботу проводять за допомогою побутового дозиметра МКС-05 ТЕРРА-П (рис. 11.1) У нижній кришці приладу розміщено відсік для елементів живлення і вікно для реєстрації поверхневого забруднення

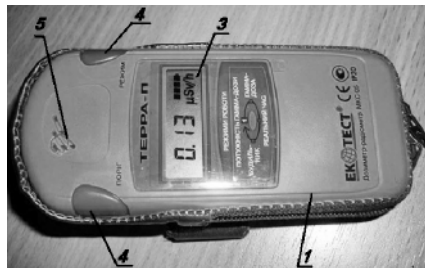


Рис. 11.1

- 1 — верхня кришка;
- 2 — нижня кришка;
- 3 — панель індикації;
- 4 — клавіши управління;
- 5 — гучномовець.

β -радіонуклідами. На нижній кришці приладу поміщена інформаційна таблиця.

Для управління дозиметром передбачено всього 2 функціональні кнопки: «поріг» і «режим». Першу використовують для включення приладу та вибору режиму його роботи. За допомогою другої встановлюють пороги спрацьовування сигналізації. Ще однією очевидною перевагою МКС-05 «Терра-П» є робота від звичайних батарейок типу «AAA».

Порядок виконання роботи

Вимірювання еквівалентної дози γ -випромінювання

1. Натисніть і утримуйте протягом секунди кнопку «Режим». Після включення прилад автоматично переходить в режим вимірювання γ -випромінювання.

2. Розташуйте дозиметр таким чином, щоб символ «+» на нижній кришці корпусу розташовувався над місцем, яке ви збираєтеся досліджувати. При наявності звукових сигналів приладу можна говорити про рівень радіації.

3. Зніміть показання з дисплея приладу на робочому місці і занесіть в таблицю 11.1. (При раптовому зміні рівня радіації цифри на дисплеї починають мигати, тобто дозиметр почне встановлювати середнє значення дози. Показання знімають після припинення мигання цифр на дисплеї).

4. Зніміть показання з дисплея приладу біля дошки і занесіть в таблицю 11.1.

5. Вимкніть дозиметр, натиснувши і утримуючи протягом 4-х секунд кнопку «Режим».

6. На основі виконаних вимірювань зробіть висновок.

Висновок. _____

Вимірювання поверхневої забрудненості β -радіонуклідами

1. Натисніть і утримуйте протягом секунди кнопку «Режим».

2. Розташуйте дозиметр таким чином, щоб символ «+» на нижній кришці корпусу розташовувався над місцем, яке ви збираєтеся досліджувати.

3. Занесіть показання прибо­ра в таблицю 11.1.

4. Відкрийте кришечку з позначкою «+» та виконайте завдання п. 1.

5. Результати вимірювань занесіть до таблиці 11.1.

6. Виконайте завдання пп. 2–5 біля дошки.

7. Знайдіть різницю між показаннями дозиметра на робочому місці та біля дошки (табл. 11.1). Якщо різниця показань дорівнює нулю, то це свідчить про те, що β -випромінювання немає.

Таблиця 11.1

	Вимірювання еквівалентної дози γ -випромінювання		Вимірювання поверхневої забрудненості β -радіонуклідами	
Місце проведення вимірювання				
Назва вимірюваної величини				
Значення вимірюваної величини				

Вивчення і аналіз радіологічної карти

Проаналізуйте запропоновану карту та зробіть висновок щодо забрудненості вашого регіону даним елементом. Порівняйте рівні забрудненості вашої області з Київською областю.

Загальний висновок. _____

Контрольні питання та завдання

1. Яка разова доза опромінення є небезпечною для людини?

2. Якими радіоактивними елементами забруднена територія України?

3. Яке з випромінень є найбільш небезпечним для людини? Яку біологічну дію вони чинять на організм людини?

4. Що може слугувати захистом від α -, β - та γ -випромінювань?

Практична робота № 12

ВИЗНАЧЕННЯ ФОКУСНОЇ ВІДСТАНІ ТА ОПТИЧНОЇ СИЛИ ЛІНЗИ

Мета: навчитися визначати фокусну відстань та оптичну силу збиральної та розсіювальної лінз; експериментально отримати різні зображення за допомогою збиральної лінзи.

Обладнання та матеріали: оптична лава; лінзи збиральна та розсіювальна; освітлювач з об'єкт-сіткою; екран; міліметровий лінійка.

Порядок виконання роботи

Варіант I

1. Розташуйте між екраном та джерелом світла лінзу таким чином, щоб на екрані з'явилося збільшене чітке зображення об'єкт-сітки.

2. Виміряти відстань від лінзи до джерела світла d та від лінзи до зображення f .

3. Розрахуйте фокусну відстань лінзи F за формулою тонкої лінзи

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}. \quad (1)$$

та оптичну силу лінзи за формулою:

$$D = \frac{1}{F}. \quad (2)$$

Результати занесіть до таблиці 12.1.

Таблиця 12.1

№	Вид зображення	Відстань від лінзи до джерела світла d , м	Відстань від лінзи до зображення f , м	Фокусна відстань F , м	Оптична сила лінзи D , дптр
1.	Зменшене				
2.	Збільшене				

4. Пересуваючи лінзу вздовж оптичної лави, отримайте чітке зменшене зображення.

5. Виміряйте відстань від лінзи до джерела світла d та від лінзи до зображення f .

6. Розрахуйте фокусну відстань F та оптичну силу лінзи D .

7. Результати занесіть до таблиці 12.1.

Варіант II

1. Розташуйте лінзу між екраном та джерелом світла таким чином, щоб на екрані з'явилося збільшене чітке зображення сітки.

2. Використовуючи визначення лінійного збільшення $\beta = \frac{H}{h}$,

де h – розмір сітки, H – лінійний розмір зображення сітки, визначте β .

3. Виміряйте d (або f) і, обчисливши f (або d відповідно), знайдіть за формулою $\beta = f/d$. Визначте фокусну відстань лінзи F (1) та оптичну силу лінзи D за формулою (2).

Варіант III

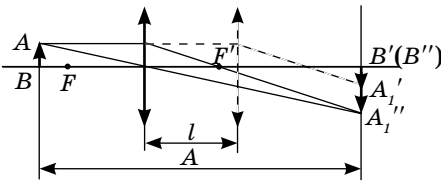


Рис. 12.1

1. Якщо відстань A між предметом і його зображенням на екрані більша за $4F$, то отримайте два чітких зображення сітки — збільшене та зменшене — при незмінному положенні освітлювача та екрана (рис. 12.1).

2. Визначте фокусну відстань лінзи F за формулою $F = \frac{A^2 - l^2}{4A}$ та оптичну силу лінзи D за формулою (2).

Варіант IV

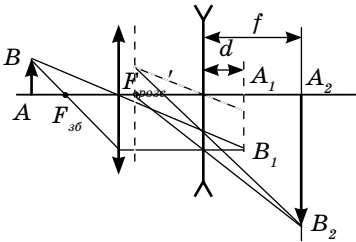


Рис. 12.2

1. Розмістіть між екраном і освітлювачем збиральну лінзу (рис. 12.2). Отримайте зображення об'єкт-сітки в площині A_1B_1 .

2. Між лінзою та екраном розмістіть розсіювальну лінзу так, щоб її друга фокальна площина проходила через точку $F_{роз}$. Переміщуючи екран, отримайте чітке зображення предмета A_2B_2 .

3. Вимірюючи відрізки d і f , розрахуйте фокусну відстань F за формулою (1) та оптичну силу лінзи за формулою (2).

Примітка. Розрахунок можна проводити іншим способом. Якщо припустити, що предмет знаходиться в площині A_2B_2 , то його зображення вийде в площині A_1B_1 ; у цьому випадку відрізки d, f міняються місцями, а знаки їх будуть від'ємними.

Висновок. _____

Контрольні питання та завдання

1. Чи завжди двоопукла лінза є збиральною? Відповідь поясніть.

2. Чи можна за допомогою двовігнутої лінзи отримати збільшене зображення?

3. Яке зображення називають дійсним? Уявним?

Практична робота № 13

МОДЕЛЮВАННЯ РАДІОАКТИВНОГО РОЗПАДУ

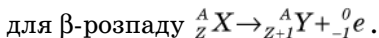
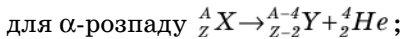
Мета: змодельовати закономірності радіоактивного розпаду.

Обладнання та матеріали: монети номіналом 1 к. (не менше 100 штук), пластикова пляшка.

Короткі теоретичні відомості

Ядра деяких атомів здатні спонтанно перетворюватися на інші атоми з випусканням частинок. Таке явище отримало назву *радіоактивності*.

Радіоактивний розпад відбувається відповідно до правил *зсуву Содді*:



Радіоактивний розпад є спонтанним процесом, який підпорядковується законам статистики. Окремі радіоактивні ядра розпадаються незалежно один від одного. Для кожної радіоактивної речовини існує інтервал часу, за який розпадається

половина наявних радіоактивних ядер — *період напіврозпаду* T (характеризує швидкість радіоактивного розпаду). Для радіоактивних ядер можна визначити *середній час життя* як

$$\tau \approx 1,4T. \quad (1)$$

Активність радіоактивної речовини — це число розпадів, що відбуваються з ядрами зразка за 1 секунду. Одиницею активності є *бекерель* (Бк): 1 Бк — це активність речовини, при якій за 1 секунду відбувається один акт розпаду. Дослідницьким шляхом було встановлено залежність активності радіоактивних речовин від часу — *закон радіоактивного розпаду*

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}, \quad (2)$$

де N_0 — початкове число радіоактивних ядер у момент часу $t = 0$, N — число ядер, що не розпалися, до моменту часу t .

Метод виконання роботи

Закон радіоактивного розпаду можна змоделювати, використовуючи велику кількість монет. Монети, що лежать на столі «решкою» вверху, будемо вважати ядрами, що не розпалися, ті, що лежать вгору «орлом», — розпалися. Помістимо монети в пластикову пляшку. За 1 період напіврозпаду приймемо одне струшування пляшки з монетами. Струсніть пляшку і висипте монети на стіл. Підрахуємо кількість монет, що лежать на столі «решкою» вгору. Помістимо тільки ці монети в пляшку. Знову струсніть і підрахуйте кількість «решок» — і так доти, поки в пластиковій пляшці зовсім не залишиться монет.

Порядок виконання роботи

1. Краще, якщо початкова кількість ядер, що не розпалися, — монет буде не менше 100. $N_0 =$ _____.

2. Помістіть монети в пластикову пляшку. Добре струсніть і висипте на стіл. Підрахуйте кількість монет, які лежать «решкою» вгору — кількість ядер N , що не розпалися і залишилися після першого періоду напіврозпаду (табл. 13.1).

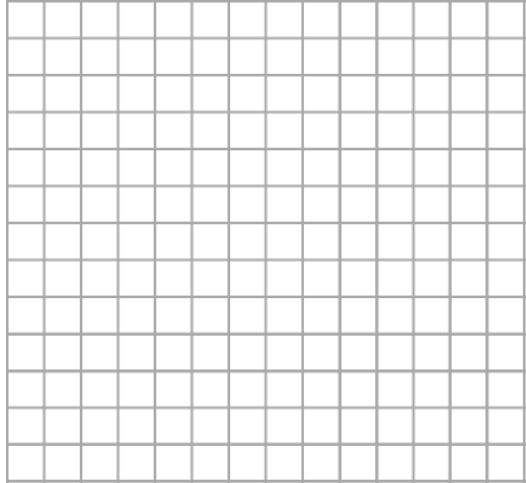
3. Зберіть монети, що лежать «решкою» вгору в пляшку. Струсніть її, висипте на стіл монети. Підрахуйте кількість «решок», що залишилися після другого періоду напіврозпаду (табл. 13.1).

4. Виконуйте завдання п. 3 доти, поки в пляшці зовсім не залишиться монет.

5. За даними таблиці побудуйте графік залежності $N(t)$, що демонструє спад активності радіоактивної речовини з часом.

Таблиця 13.1

t	N
T	
$2T$	
$3T$	
$4T$	
$5T$	
$6T$	
$7T$	



Висновок. _____

Контрольні питання та завдання

1. Як зміниться зарядове число Z і масове число A хімічного елемента після двох α -розпадів? трьох α -розпадів?

2. Який елемент утворився під час бомбардування ізотопу бору нейтронами ${}^{10}_5\text{B}$, якщо в результаті реакції випромінюється α -частинка?

3. Яким буде період напіврозпаду радіоактивного елемента, якщо його активність зменшилась у 4 рази за 8 днів?

Практична робота № 14
ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО КОЕФІЦІЄНТА
ОПОРУ МЕТАЛУ

Мета: дослідити залежність опору металу від температури.

Обладнання та матеріали: прилад для вимірювання термичного коефіцієнта опору дроту; хімічний стакан; ампервольтметр; термометр лабораторний (0 °С–100 °С); лід; штатив з муфтами; електроплитка лабораторна; з'єднувальні проводи.

Короткі теоретичні відомості

Опір металевого провідника з підвищенням температури збільшується, а з пониженням температури - зменшується.

Температурний коефіцієнт опору провідника α визначається за формулою:

$$\alpha = \frac{R_t - R_0}{R_0 \cdot t}, \quad (1)$$

де R_0 — опір провідника при температурі 0 °С;

R_t — опір провідника при температурі t °С;

t — температура провідника.

Прилад, яким користуються для визначення температурного коефіцієнта опору міді (рис. 14.1), складається з таких елементів:

1 — котушка;

2 — картонний каркас котушки 1, на який намотано мідний дріт;

3 — затискачі, до яких підведено кінці мідного дроту;

4 — пластмасова підставка, на якій розташовуються затискачі 3, з отвором для термометра 5.

Весь каркас котушки поміщений у скляну пробірку.

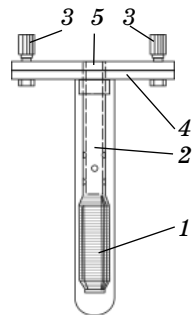


Рис. 14.1

Порядок виконання роботи

1. Налийте в склянку води і охолодіть її за допомогою льоду.

2. У лапці штатива закріпіть прилад для визначення температурного коефіцієнта опору міді (рис.14.2).

3. Розташуйте склянку на електроплитці таким чином, щоб пробірка приладу знаходилась у воді.

4. Вставте в отвір приладу термометр.

5. За допомогою з'єднувальних проводів підключіть затискачі приладу до ампервольтметра.

6. Увімкніть електроплитку.

7. Коли показання термометра дорівнюватимуть $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, зафіксуйте показання ампервольтметра (табл. 14.1).

8. Нагрівайте воду. Занесіть показання амперметра в таблицю 14.1, коли показання термометра будуть дорівнювати $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, $80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

9. За даними таблиці 14.1 розрахуйте значення температурного коефіцієнта опору α міді користуючись формулою (1).

10. Знайдіть абсолютну $\Delta\alpha$ і відносну ϵ_{α} похибки вимірювань температурного коефіцієнта α міді. Отримані значення занесіть до таблиці 14.1.

11. За даними таблиці 14.1 побудуйте графік залежності опору міді від температури $R(t)$.

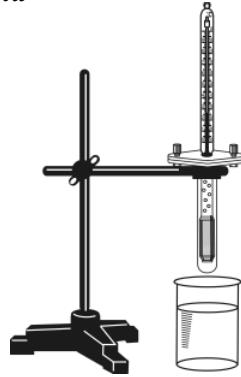
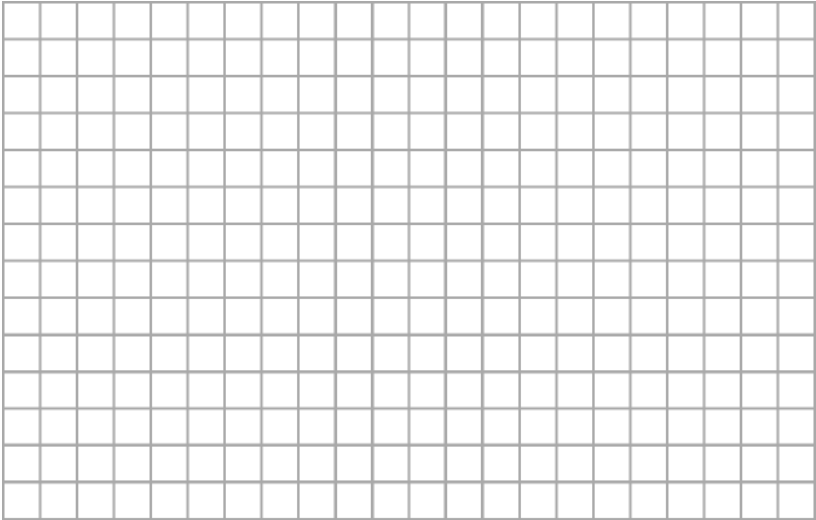


Рис. 14.2

Таблиця 14.1

№ дослідю	$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	$R, \text{ Ом}$	$\alpha, \text{ град}^{-1}$	$\alpha_{\text{сер}}, \text{ град}^{-1}$	$\Delta\alpha, \text{ град}^{-1}$	$\epsilon_{\alpha}, \text{ \%}$
1						
2						
3						

Необхідні обчислення



Висновок. _____

Контрольні питання та завдання

1. У чому полягає фізичний зміст температурного коефіцієнта опору металів?

2. Чому зі збільшенням температури зростає опір провідника?

3. Як за графіком залежності опору від температури відрізнити провідник від напівпровідника?

4. Коли електрична лампочка споживає більшу потужність: відразу після включення її в мережу або через кілька хвилин?

Практична робота № 15

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ОПОРУ НАПІВПРОВІДНИКІВ ВІД ТЕМПЕРАТУРИ

Мета: встановити залежність опору напівпровідників від температури.

Обладнання та матеріали: терморезистор на колодці; ампервольтметр; термометр лабораторний (0–100 °С); електроплита лабораторна; хімічний стакан; лід; джерело постійного струму; з'єднувальні проводи.

Короткі теоретичні відомості

Терморезистор — це напівпровідниковий пристрій. Напівпровідники відрізняються від металів не тільки значно меншою провідністю, а й залежністю опору від температури. Якщо для металів опір майже пропорційно збільшується зі зростанням температури, то для напівпровідників ця залежність більш складна і неоднакова для різних типів напівпровідників.

Провідність напівпровідників залежить від додаткової енергії активації W , яка йде на звільнення електронів в атомах (електрони провідності). Для напівпровідників з енергією активації, що перевищує теплову енергію, та для напівпровідників з атомною решіткою питому провідність можна знайти за формулою:

$$\sigma = \sigma_0 e^{-\frac{W}{2kT}}, \quad (1)$$

де k — постійна Больцмана;

T — абсолютна температура.

Терморезистор (рис. 15.1) складається з пресованої та термічно обробленої суміші порошкоподібних оксидів металів. Він має форму циліндричного стержня 6 довжиною

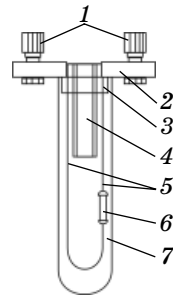


Рис. 15.1

Практична робота № 16

ВИМІРЮВАННЯ ІНДУКТИВНОСТІ КОТУШКИ

Мета: навчитися розраховувати сумарний опір котушки; ознайомитися з методом визначення її індуктивності.

Обладнання та матеріали: котушка дросельна; реостат; міліамперметр змінного струму на 50 мА; вольтметр змінного струму; амперметр постійного струму; вольтметр постійного струму; перекидний двополюсний перемикач; джерело постійного струму; джерело змінного струму; з'єднувальні проводи.

Короткі теоретичні відомості

Якщо в колі змінного струму знаходиться котушка, то вона, крім омичного опору R_0 , має ще індуктивний опір R_L , що визначається за формулою:

$$R_L = \omega L, \quad (1)$$

де ω — кутова частота $\omega = 2\pi\nu$, (ν — частота змінного струму),

L — індуктивність котушки.

Опір котушки змінного струму дорівнює:

$$R = \sqrt{R_0^2 + \omega^2 L^2}. \quad (2)$$

Звідки індуктивність котушки дорівнює

$$L = \frac{\sqrt{R^2 - R_0^2}}{2\pi\nu}. \quad (3)$$

R і R_0 визначають за законом Ома для однорідної ділянки кола:

$$R = \frac{U}{I}; \quad R_0 = \frac{U_0}{I_0}, \quad (4)$$

де U — ефективне значення напруги,

I — ефективне значення сили струму,

U_0 — напруга постійного струму,

I_0 — величина постійного струму.

Порядок виконання роботи

1. Зберіть електричне коло (рис. 16.1).
2. Виведіть реостат на максимальне значення.
3. Замкніть ключ в положенні 1.
4. За допомогою реостата виміряйте величини сили струму I_0 і напруги U_0 . Результати вимірювань занесіть до таблиці 16.1. Стежте, щоб перемикач був включений тільки на той проміжок

Висновок. _____

Контрольні питання та завдання

1. Від чого залежить індуктивність котушки?

2. Як зміниться індуктивний опір котушки, якщо її індуктивність збільшити в 4 рази?

3. Якою є різниця фаз сили струму і напруги за наявності індуктивності в колі змінного струму?

Список використаних джерел

1. ГОСТ 16.263-70. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Термины и определения. — М.: Изд-во стандартов, 1991. — 54 с.
2. Деденко Л.Г., Керженцев В.В. Математическая обработка и оформление результатов эксперимента. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1977. — 112 с.
3. Дик Ю.И., Кабардин О.Ф., Орлов В.А. Физический практикум для классов с углубленным изучением физики для 10-11 классов (под ред. Дика Ю.И., Кабардина О.Ф.) Изд. 2-е, перераб., доп. — 157 с.
4. Кабардин О.Ф. Сборник экспериментальных заданий и практических работ по физике: 9–11-й классы : учеб. пособие для учащихся общеобразоват. учреждений / О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов; под ред. Ю.И. Дика. — М.: АСТ: Астрель: Транзиткнига, 2005. — 239 с.
5. Кирик Л.А., Дик Ю.И. Сборник заданий и самостоятельных работ для 10-го кл. — М.: Илекса, 2006. — 192 с.
6. Практикум з фізики в середній школі: Дидакт. матеріал: Посібник для вчителя / Л.І. Анциферов, В.О. Буров, Ю.І. Дик та ін.; За ред. В.О. Булова, Ю.І. Діка. К.: Рад. шк, 1990. — 176 с.
7. Практикум по физике в средней школе: Дидакт. материал / Под ред. А. А. Покровского. / Буров В.А., Дик Ю.И., Зворыкин Б.С. — М.: Просвещение. 1982, — 192 с.
8. Фетисов В.А. Лабораторные работы по физике. Для учащихся 8–10 классов. Изд. 3-е, перераб. — М.: Учпедгиз, 1961. — 239 с.
9. Фронтальные лабораторные занятия по физике в средней школе. Пособие для учителей. Под ред. А.А. Покровского. Изд. 2-е, перераб. — М.: Просвещение, 1974. — 208 с.
10. Шилов В.Ф. Лабораторные работы в школе и дома: Молекулярная физика. Термодинамика. — М.: Просвещение, 2007. — 96 с.
11. Шилов В.Ф. Лабораторные работы в школе и дома: Электродинамика. — М.: Просвещение, 2006. — 110 с.

Зміст

Правила безпеки в кабінеті фізики	3	
Практична робота № 1	Магнітне поле Землі	4
Практична робота № 2	Дослідження магнітного поля соленоїда ...	6
Практична робота № 3	Вимірювання ємності конденсатора	9
Практична робота № 4	Визначення енергії зарядженого конденсатора	11
Практична робота № 5	Дослідження напівпровідникового діода .	14
Практична робота № 6	Дослідження транзистора	17
	I варіант	19
	II варіант	20
Практична робота № 7	Дослідження відбивання і заломлення світла	22
Практична робота № 8	Визначення довжини світлової хвилі	26
Практична робота № 9	Вивчення явища поляризації світла	29
Практична робота № 10	Дослідження властивостей електромагнітних хвиль	32
Практична робота № 11	Вивчення будови дозиметра і складання радіологічної карти місцевості	35
Практична робота № 12	Визначення фокусної відстані та оптичної сили лінзи	40
	I варіант	40
	II варіант	41
	III варіант	42
	IV варіант	42
Практична робота № 13	Моделювання радіоактивного розпаду ...	43
Практична робота № 14	Визначення температурного коефіцієнта опору металу	46
Практична робота № 15	Дослідження залежності опору напівпровідників від температури	49
Практична робота № 16	Вимірювання індуктивності котушки	52
Список використаних джерел		55