

Т. В. Краснякова, К. Г. Чернобай

Ф І З И К А

11 клас

Лабораторні роботи

Академічний рівень

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

Луганськ
Янтар
2011

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)

Рецензенти: *Кравченко В. І.* — кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізики і нанотехнологій Луганського національного університету імені Тараса Шевченка;
Зубко С. А. — вчитель I категорії, вчитель фізики КЗ «ЛНВО № 59».

Краснякова Т. В., Чернобай К. Г.

К 78 Фізика. 11 клас. Лабораторні роботи. Академічний рівень / Укладачі: Т. В. Краснякова, К. Г. Чернобай. — Луганськ : Янтар, 2011. — 40 с. : іл.

ISBN 978-966-650-348-9

Посібник містить опис і алгоритм виконання фронтальних лабораторних робіт 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. У деяких роботах наведено різні методи проведення експерименту. Контрольні питання дозволяють більш глибоко перевірити рівень засвоєння матеріалу, а додаткові завдання допоможуть вчителю 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.

Для учнів 11 класів загальноосвітніх навчальних закладів та вчителів фізики.

ББК 22.3 я721

ISBN 978-966-650-348-9 © Т. В. Краснякова, К. Г. Чернобай, 2011
© Видавництво «Янтар», 2011

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 дотримуйтесь 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.

Лабораторна робота № 1*

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ЕЛЕКТРИЗОВАНИХ ТІЛ

Мета: наочно впевнитися, що тіла електризуються; спостерігати електростатичну взаємодію тіл.

Обладнання та матеріали: маятник електричний на ізолюючому штативі — 2 шт., паличка з органічного скла, паличка з ебоніту, клаптики хутра та шовку, пластинка органічного скла розміром 20×30 см.

Короткі теоретичні відомості

Явище електризації *електромагнітної взаємодії* тіл можна спостерігати, якщо піднести натерту об хутро чи папір скляну паличку до дрібних шматочків паперу. Вони будуть притягуватися до палички. Тіла, які після натирання здатні притягувати до себе інші тіла, називають *наелектризованими*, або кажуть, що їм надано електричний заряд.

Електричний заряд — це фізична величина, що характеризує властивість частинок або тіл вступати в електромагнітну взаємодію.

В електризації завжди беруть участь два тіла, і обидва вони електризуються.

Під час електризації тіло приймає або віддає деяку кількість частинок, що мають електричний заряд. Частиною, що має негативний заряд, є електрон, а частинкою, що має позитивний заряд, — протон (ця частинка входить до складу атомного ядра). Зазвичай під час електризації тіло приймає або віддає деяку кількість електронів.

Тіла складаються з молекул і атомів, кожний атом — із позитивно зарядженого ядра та негативно заряджених електронів (електронних хмар), що рухаються навколо нього. Ядра атомів, у свою чергу, складаються з позитивно заряджених протонів, заряд яких за абсолютним значенням дорівнює заряду електрона, і нейтральних часток — нейтронів. Позитивний заряд ядра атома дорівнює спільному негативному заряду всіх його електронів, тобто сам атом є нейтральним. Під час взаємодії двох різнорідних тіл електрони, що входять до складу атома одного тіла, можуть переходити (під зовнішнім впливом) до атомів іншого тіла внаслідок того, що енергія зв'язку їх з ядром

* — тут і далі лабораторні роботи виконуються на розсуд учителя.

в атомах різних хімічних елементів може бути неоднаковою. У результаті одне тіло втрачає деяку кількість електронів і заряджається позитивно, а інше тіло набуває ці електрони — заряджається негативно (електризується). Електризація тіл може відбуватися під час взаємодії (тертя) або внаслідок електростатичної індукції.

Існують два види електричних зарядів: *позитивні* (наприклад, на склі, яке потерли шовком) і *негативні* (наприклад, на ебоніті, який потерли хутром).

Порядок виконання роботи

Результати спостережень заносьте до таблиці 1.1.

1. Натріть ебонітову паличку хутром і піднесіть до гільзи електричного маятника, уникаючи торкання гільзи до зарядженої палички (табл. 1.1).

2. Виконайте ті самі дії зі скляною паличкою.

3. Натріть скляну паличку шовком і піднесіть її до гільзи електричного маятника, а потім доторкніться до неї (табл. 1.1).

4. Виконайте ті самі дії з другим маятником. Наблизьте маятники один до одного (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Тіла, що взаємодіють	Спостереження
Без дотику	
ебонітова паличка + гільза маятника	
скляна паличка + гільза маятника	
З дотиком	
ебонітова паличка + гільза маятника	
скляна паличка + гільза маятника	
гільза маятника (скляна паличка) + гільза маятника (скляна паличка)	
гільза маятника (ебонітова паличка) + гільза маятника (скляна паличка)	

5. Наелектризуйте один маятник за допомогою скляної палички, яку потерли шовком, а інший — ебонітовою паличкою, яку потерли хутром. Наблизьте маятники один до одного (табл. 1.1).

6. За результатами спостережень зробіть висновок. _____

7. Розташуйте маятники на відстані 6 см один від одного. Наелектризуйте їх за допомогою скляної палички.

8. Внесіть між маятниками пластинку з органічного скла. Зробіть висновок. _____

9. Розташуйте маятники на відстані 6 см один від одного. Наелектризуйте один з маятників скляною паличкою, а інший — ебонітовою.

10. Внесіть між маятниками пластинку з органічного скла. Зробіть висновок. _____

Контрольні питання та завдання

1. Як отримати на двох однакових кульках заряди, рівні за величинами та однакові за знаками? _____

2. Чи буде заряджене тіло взаємодіяти з незарядженим? Відповідь обґрунтуйте. _____

3. Як за допомогою ебонітової палички отримати негативно заряджене тіло? Позитивно заряджене? _____

Додаткове завдання

Запропонуйте план експерименту, який дозволить виявити залежність сили взаємодії заряджених тіл від їх зарядів і відстані між ними. Перелік необхідного обладнання наведено на початку роботи.

Лабораторна робота № 2

ВИЗНАЧЕННЯ ЕРС І ВНУТРІШНЬОГО ОПОРУ ДЖЕРЕЛА СТРУМУ

Мета: закріпити вміння складати електричні кола, виміряти силу струму, напругу, регулювати силу струму в колі за допомогою реостата; навчитися вимірювати ЕРС і внутрішній опір джерела струму.

Обладнання та матеріали: досліджуване джерело постійного струму, амперметр, вольтметр, реостат, ключ, з'єднувальні проводи.

Короткі теоретичні відомості

ЕРС джерела струму \mathcal{E} можна виміряти, якщо приєднати до клем джерела струму вольтметр. При цьому його показанням буде U_I . Якщо внутрішній опір джерела струму r , то за законом Ома для повного кола

$$\mathcal{E} = U_I + I_I r, \quad (1)$$

де I_I — сила струму в колі.

Силу струму можна знайти, знаючи опір вольтметра r_V відповідно до його показань U_I :

$$I_I = \frac{U_I}{r_V}. \quad (2)$$

Підставивши формулу (2) у формулу (1), маємо

$$\mathcal{E} = U_I \left(1 + \frac{r}{r_V}\right). \quad (3)$$

Якщо $r \ll r_v$, то $E \approx U_1$. Саме це теоретичне положення є основою вимірювання E вольтметром.

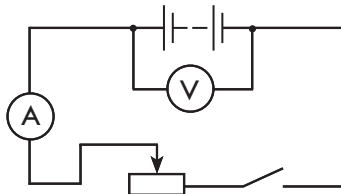


Рис. 2.1

Щоб виміряти внутрішній опір джерела струму r , необхідно скласти електричне коло, у якому послідовно з'єднати джерело струму, ключ, амперметр та реостат. До джерела струму паралельно під'єднайте вольтметр (рис. 2.1).

Тоді для деякого положення повзунка реостата за показаннями амперметра I_2 , показаннями вольтметра U_2 відповідно до закону Ома для повного кола:

$$r = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1}. \quad (4)$$

Порядок виконання роботи

Результати вимірювань та обчислень заносьте до таблиці 2.1.

- Зберіть електричне коло за схемою (рис. 2.1).
- Замкніть за допомогою ключа коло та реостатом відрегулюйте силу струму в колі так, щоб стрілка амперметра встановилася навпроти цілої поділки в останній третини шкали.
- Запишіть значення сили струму I_1 і напруги U_1 в таблицю 2.1.
- Повторіть вимірювання сили струму і напруги при іншому положенні повзунка реостата (табл. 2.1).
- Розрахуйте внутрішній опір джерела струму r за формулою (4) (табл. 2.1).
- Розімкніть коло та виміряйте ЕРС джерела струму E вольтметром (табл. 2.1).
- Визначте відносні похибки вимірювання ЕРС і внутрішній опір за формулами $\varepsilon_E = \frac{\Delta U}{U}$ і $\varepsilon_r = 2 \frac{\Delta U}{U_2 - U_1} + 2 \frac{\Delta I}{I_2 - I_1}$ (див. додат. 1).
- Розрахуйте абсолютні похибки вимірювання $\Delta E = \Delta U$, $\Delta r = r \varepsilon_r$ (див. додат. 1).
- Запишіть результат у стандартному вигляді $E = E \pm \Delta E$, $r = r \pm \Delta r$.

Таблиця 2.1

I_1, A	U_1, B	I_2, A	U_2, B	$r, \text{Ом}$	E, B	ε_E	ε_r	$\Delta E, \text{B}$	$\Delta r, \text{Ом}$

Необхідні обчислення

10. Зробіть *висновок*. _____

Контрольні питання та завдання

1. Які сили називають сторонніми? _____

2. Чому при замкненому колі напруга на клеммах джерела струму менша за ЕРС? _____

3. Що таке коротке замикання? Чим воно небезпечне?

4. Розрахуйте ККД джерела струму, якщо зовнішній опір дорівнює внутрішньому опору джерела струму.

Додаткове завдання

Виведіть розрахункові формули для обчислення ЕРС джерела струму та його внутрішнього опору, якщо є два резистори з різними опорами, амперметр і джерело струму. Перевірте розрахунки експериментально.

Лабораторна робота № 3*

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО КОЛА З НАПІВПРОВІДНИКОВИМ ДІОДОМ

Мета: ознайомитися з різними діодами; навчитися розрізняти діоди за їх маркуванням; визначати напрямок *p-n*-переходу.

Обладнання та матеріали: джерело постійного струму, вольтметр, діоди, з'єднувальні проводи, довідникові матеріали.

Короткі теоретичні відомості

Окрім *провідників* (речовин з великою кількістю вільно заряджених частинок) і *діелектриків* (речовин з невеликою кількістю вільно заряджених частинок), є група речовин, провідність яких займає проміжне положення між провідниками та діелектриками. Ці речовини називають *напівпровідниками*.

Провідність чистих напівпровідників здійснюється шляхом переміщення вільних електронів (*електронна провідність*) і переміщення зв'язаних електронів на вакантні місця парноелектронних зв'язків (*діркова провідність*). Власна провідність

напівпровідників зазвичай мала, тому для її збільшення додають домішки (*домішкова провідність*). Розрізняють донорні домішки, які утворюють напівпровідники *n*-типу, і акцепторні домішки — напівпровідники *p*-типу.

Контакт двох напівпровідників *p*- і *n*-типу називають *p-n*-переходом. У сучасних технологіях для випрямлення змінного електричного струму використовують напівпровідникові діоди. Приклади їх маркування наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Маркування	Розшифровка
1. Літера або цифра, що відповідає напівпровідниковому матеріалу:	
Г (1)	германій;
К (2)	кремній;
З	арсенід галію;
2. Літера, що вказує на клас діода:	
Д	випрямляючі, універсальні імпульсні діоди;
А	діоди надвисокої частоти;
Н	некеровані діоди, які перемикаються;
У	керовані діоди, які перемикаються
3. Трицифрове число, що визначає групу напруги діода	
4. Літера, що вказує на різновид діода	

Для певної марки діода існують максимальні значення параметрів спрямленого струму та зворотної напруги. Ці значення можна знайти в довідкових таблицях для кожної марки діода. Для визначення прямого напрямку *p-n*-переходу використовують омметр або вольтметр і джерело постійного струму. Якщо до вольтметра послідовно під'єднати діод, то при прямому *p-n*-переході стрілка вольтметра буде відхилитися, а при зворотному — ні. Отже, можна визначити прямий напрямок *p-n*-переходу, а значить, і положення напівпровідників *p*-типу і *n*-типу.

Порядок виконання роботи

Результати вимірювань і обчислень заносьте до таблиці 3.1.

1. Опишіть маркування запропонованого вчителем діода за таблицею 3.1. _____

2. Під'єднайте паралельно до джерела струму вольтметр. Накресліть схему електричного кола без діода.

Схема електричного кола без діода	Схема 1 електричного кола з діодом	Схема 2 електричного кола з діодом

3. За допомогою вольтметра встановіть наявність струму в колі без діода (табл. 3.2).

4. За допомогою двох провідників приєднайте діод до джерела струму. Накресліть схему 1 електричного кола.

5. За відхиленням стрілки вольтметра встановіть наявність струму в колі з діодом (табл. 3.2).

6. Змініть полярність діода та накресліть схему 2 електричного кола. Результати спостережень занесіть до табл. 3.2.

Таблиця 3.2

	Коло без діода	Коло з діодом (схема 1)	Коло з діодом (схема 2)
Відхилення стрілки вольтметра			
Режим увімкнення діода	X		

7. Зробіть **висновок** про напрямок включення діода в електричних колах схем 1 і 2. _____

Контрольні питання та завдання

1. Що таке напівпровідники *p*-типу? *n*-типу?

2. Поясніть механізм протікання електричного струму через *p-n*-перехід. _____

3. Чому внаслідок тривалого протікання струму у прямому напрямку змінюється опір діода? _____

Додаткове завдання

Що показуватиме вольтметр у колі, що містить два діоди, які увімкнено назустріч один одному? Відповідь перевірте експериментально.

Лабораторна робота № 4

ДОСЛІДЖЕННЯ МАГНІТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РЕЧОВИНИ

Мета: навчитися за поведінкою речовин, що внесені до зовнішнього магнітного поля, визначати, до якого виду магнетиків вони відносяться.

Обладнання та матеріали: трансформатор універсальний з двома котушками на 220 В, дрібні залізнi опшурки, штатив, з'єднувальні проводи, ключ, джерело постійного струму, **нитки**, стержні: свинцевий, **графітовий**, сталевий.

Короткі теоретичні відомості

Експериментальні дослідження доводять: магнітні властивості речовин зумовлені існуванням магнітних полів усіх електронів, що входять до атомів речовини.

За магнітними властивостями речовини поділяють на 3 групи:

1) *діамагнетики* — речовини з відносною магнітною проникністю менше одиниці. Якщо в міжполюсному просторі сильного електромагніту вздовж ліній магнітної індукції підвісити стержень з діамагнетика, то під час увімкнення електромагніту цей стержень повернеться та стане перпендикулярно лініям магнітної індукції;

2) *парамагнетики* — речовини, у яких відносна магнітна проникність трохи більше одиниці. Якщо в міжполюсному просторі сильного електромагніту перпендикулярно лініям магнітної індукції підвісити стержень з парамагнетика, то під час увімкнення електромагніту цей стержень повернеться та стане вздовж ліній магнітної індукції;

3) *феромагнетики* — речовини з відносною магнітною проникністю порядку 10^2 – 10^5 . Речовини, у яких магнітні властивості проявляються доволі сильно. Під час вимкнення зовнішнього магнітного поля феромагнетик залишається намагнетиченим, тобто створює магнітне поле в оточуючому просторі. Тому якщо після вимкнення зовнішнього магнітного поля до феромагнетика піднести металеві ошурки (феромагнетик бажано обгорнути папером), то вони прилипнуть до нього як до постійного магніту.

Порядок виконання роботи

Результати вимірювань і обчислень заносьте до таблиці 4.1.

1. Приєднайте **трансформатор** послідовно через ключ до джерела струму. Схему з'єднання кола зарисуйте (рис. 4.1).

2. Підвісьте за допомогою нитки досліджуваний стержень до штатива. Розташуйте штатив так, щоб стержень знаходився якомога ближче до котушок трансформатора.

Таблиця 4.1

Речовина	Поведінка у зовнішньому магнітному полі	Поведінка після вимкнення зовнішнього магнітного поля	Вид магнетика

3. Увімкніть **трансформатор**. Прослідкуйте за поведінкою стержня (табл. 4.1).

4. Обгорніть досліджуваний стержень папером та піднесіть до залізних ошурків (табл. 4.1).

5. Виконайте завдання пп. 2–4 з іншими стержнями.

6. За результатами спостережень зробіть **висновок**: до яких

Рис. 4.1

видів магнетиків відносяться досліджувані стержні. _____

Контрольні питання та завдання

1. На які види поділяють речовини за їх магнітними властивостями? _____

2. Чим зумовлені магнітні властивості речовин?

3. Поясніть діамагнітний ефект. _____

4. Як можна розмагнітити залізо? Назвіть декілька способів.

Додаткове завдання

Як за допомогою магнітної стрілки можна визначити, чи намагнетичений сталевий стержень? Відповідь перевірте експериментально.

Лабораторна робота № 5
ДОСЛІДЖЕННЯ ЯВИЩА
ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ІНДУКЦІЇ

Мета: ознайомитися з явищем електромагнітної індукції; установити залежність напрямку індукційного струму та його сили від напрямку та швидкості змінення магнітного потоку.

Обладнання та матеріали: гальванометр М-122, реостат, котушка з великою кількістю витків, два штабових магніти, з'єднувальні проводи.

Короткі теоретичні відомості

Явище електромагнітної індукції полягає у виникненні індукційного струму в провідному контурі при зміні магнітного потоку, що пронизує площу контуру.

Сам закон електромагнітної індукції формулюється саме для ЕРС, а не для сили струму: ЕРС індукції в замкненому контурі дорівнює за модулем швидкості зміни магнітного потоку через поверхню, обмежену контуром:

$$E_i = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|. \quad (1)$$

Напрямок індукційного струму I_i в замкненому контурі визначають за *правилом Ленца*.

Алгоритм застосування правила Ленца:

1) Установіть напрям ліній магнітної індукції зовнішнього магнітного поля.

2) З'ясуйте, збільшується чи зменшується потік магнітної індукції цього поля через поверхню, обмежену контуром ($\Delta\Phi > 0$ або $\Delta\Phi < 0$).

3) Установіть напрям ліній магнітної індукції \vec{B}' магнітного поля індукційного струму I_i : якщо $\Delta\Phi > 0$, то $\vec{B} \uparrow \downarrow \vec{B}'$,
якщо $\Delta\Phi < 0$, то $\vec{B} \uparrow \uparrow \vec{B}'$.

4) За напрямом ліній магнітної індукції \vec{B}' знайдіть напрям індукційного струму I_i , використовуючи правило гвинта (з правою різьбою), або «правило свердлика».

Порядок виконання роботи

Дослід 1. Результати вимірювань заносьте до таблиці 5.1.

1. Підключіть послідовно котушку, що має велику кількість витків, до гальванометра, який увімкнено у режимі міліамперметра. Накресліть схему електричного кола (рис. 5.1).

2. Уведіть швидко магніт у котушку. Зафіксуйте відхилення стрілки і покази гальванометра (табл. 5.1).

3. Визначте напрям індукційного струму I_i в котушці за правилом Ленца (табл. 5.1).

4. Залиште магніт у котушці на 1 хвилину. Зафіксуйте дані

Рис. 5.1

гальванометра та визначте напрям індукційного струму I_i в котушці за правилом Ленца (табл. 5.1).

5. Швидко виведіть магніт з котушки. Зафіксуйте відхилення стрілки і покази гальванометра та визначте напрям індукційного струму I_i в котушці за правилом Ленца (табл. 5.1).

6. Повторіть пп. 2–5, переміщуючи котушку відносно нерухомого магніту (табл. 5.1).

7. Зробіть висновок. _____

Таблиця 5.1

Дії	Покази гальванометра, мА	Спостережуваний напрям індукційного струму I_i (напрямок відхилення стрілки міліамперметра)	Установлений напрям індукційного струму I_i (правило Ленца)
Уведення магніту в котушку			
Нерухомий магніт у нерухомій котушці			
Виведення магніту з котушки			
Рух котушки відносно нерухомого магніту			

Дослід 2. Результати вимірювань заносьте до таблиці 5.2.

1. Підключіть послідовно котушку, що має велику кількість витків, до **гальванометра, який увімкнено у режимі міліамперметра**.

2. Уведіть швидко один магніт у котушку. Зафіксуйте відхилення стрілки і покажи **гальванометра** (табл. 5.2).

3. Визначте напрям індукційного струму I_i у котушці за правилом Ленца (табл. 5.2).

4. Швидко виведіть магніт з котушки. Зафіксуйте відхилення стрілки і покажи **гальванометра** та визначте напрям індукційного струму I_i в котушці за правилом Ленца (табл. 5.2).

5. Уведіть швидко два магніти одночасно у котушку. Зафіксуйте відхилення стрілки і покажи **гальванометра** та визначте напрям індукційного струму I_i в котушці за правилом Ленца (табл. 5.2).

6. Швидко виведіть обидва магніти з котушки. Зафіксуйте відхилення стрілки і покажи **гальванометра** та визначте напрям індукційного струму I_i в котушці за правилом Ленца (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Дії	Покази гальванометра, мА	Спостережуваний напрям індукційного струму I_i (напрямок відхилення стрілки міліамперметра)	Установлений напрям індукційного струму I_i (правило Ленца)
Уведення магніту в котушку			
Виведення магніту з котушки			
Уведення двох магнітів у котушку			
Виведення двох магнітів з котушки			

7. Зробіть **висновок**. _____

Дослід 3. Результати вимірювань заносьте до таблиці 5.3.

1. З'єднайте послідовно котушку, реостат і **гальванометр, який увімкнено у режимі міліамперметра**. Накресліть схему електричного кола (рис. 5.2).

2. Уведіть і виведіть із котушки один магніт при $R = 0$. Зафіксуйте дані **гальванометра** (табл. 5.3).

Рис. 5.2

3. Визначте напрям індукційного струму I_i у котушці за правилом Ленца (табл. 5.3).

4. Виконайте пп. 2–3, якщо реостат $R = 6$ Ом вивести повністю (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Дії	Покази гальванометра, мА	Спостережуваний напрям індукційного струму I_i (напрямок відхилення стрілки міліамперметра)	Установлений напрям індукційного струму I_i (правило Ленца)
Уведення магніту в котушку при $R = 0$			
Виведення магніту з котушки при $R = 0$			
Уведення 2 магнітів у котушку при $R = 6$ Ом			
Виведення 2 магнітів з котушки при $R = 6$ Ом			

5. Зробіть **висновок**. _____

Загальний висновок: _____

Контрольні питання та завдання

1. Сформулюйте правило Ленца. _____

2. Чи залежить ЕРС індукції та сила індукційного струму від геометричних розмірів і речовини котушки? _____

Лабораторна робота № 6**СПОСТЕРЕЖЕННЯ ІНТЕРФЕРЕНЦІЇ СВІТЛА**

Мета: спостерігати явище інтерференції в тонких плівках.

Обладнання та матеріали: скляна пластинка — 2 шт., дротова рамка, мильна вода.

Короткі теоретичні відомості

Явище інтерференції та дифракції доводять хвильову природу світла.

Явище *інтерференції світла* — це додавання двох і більше когерентних хвиль, унаслідок якого спостерігається стійка у часі картина посилення або послаблення результируючих світлових коливань у різних точках простору. Для утворення стійкої інтерференційної картини необхідно, щоб джерела хвиль були *когерентними*, тобто мали однакову частоту та постійну різницю фаз їхніх коливань. Існує багато методів спостереження інтерференції світла, найпростіший — спостереження інтерференції світла на повітряному та водяному клинах.

Порядок виконання роботи

1. Скляні пластини ретельно протріть, складіть разом та міцно притисніть пальцями.

2. Розгляньте пластини у відбитому світлі на темному фоні. У місцях стикання пластин спостерігається інтерференційна картина у вигляді кільцевих кольорових смуг. Зарисуйте інтерференційну картину (рис. 6.1).

3. Змініть силу натискання пальців на пластини. Зарисуйте отриману картину та порівняйте з попередньою (рис. 6.2).

4. Зробіть *висновок*. _____

5. Розташуйте світлофільтр між оком та пластинками. Зарисуйте отриману картину (рис. 6.3).

Рис. 6.1

Рис. 6.2

Рис. 6.3

6. Зробіть *висновок*. _____

5. Опустіть дротову рамку в мильний розчин. Дістаньте рамку з розчину.

6. Стікаючи вниз під дією сили тяжіння, плівка утворює водяний клин з малим заломлювальним кутом.

7. Спостерігайте за змінами форми і переміщенням кольорових смуг. Зарисуйте отриману інтерференційну картину (рис. 6.4).

8. Зробіть *висновок*. _____

Загальний висновок: _____

Рис. 6.4

Контрольні питання та завдання

1. Які джерела називають когерентними?

2. Чим відрізняються інтерференційні картини в білому та монохроматичному світлі? _____

3. Чим відрізняються інтерференційні картини, що спостерігаються у відбитому та прохідному світлі? _____

4. Чому інтерференційна картина від бензинової плівки на поверхні води не має чистих кольорів? _____

Додаткове завдання

Зарисуйте інтерференційну картину, яку спостерігаєте, на повітряному прошарку між плоскою та сферичною поверхнями. Що спричинило зміни отриманої інтерференційної картини?

Лабораторна робота № 7

СПОСТЕРЕЖЕННЯ ДИФРАКЦІЇ СВІТЛА

Мета: спостерігати дифракційні картини на вузьких щілинах і малих отворах.

Обладнання та матеріали: електрична лампа з прямою ниткою розжарення **МН 6,3–0,3**, джерело постійного струму, реостат, ключ, з'єднувальні проводи, дифракційні елементи у вигляді непрозорої перешкоди з вузькими щілинами різної ширини та малими отворами різних діаметрів, світлофільтри, кольорові олівці.

Короткі теоретичні відомості

Явище дифракції властиве будь-якому хвильовому процесу. *Дифракція* — це огинання хвилями країв перешкод. Явище дифракції можна пояснити, спираючись на *принцип Гюйгенса*: кожна точка хвильового фронту стає джерелом вторинних хвиль.

Спостерігати дифракцію світла дуже складно через те, що довжина світлових хвиль дуже мала (занадто малий кут відхилення світла від прямолінійного напрямку його поширення). Тому для спостереження чіткої дифракційної картини використовують дуже малі перешкоди (розміри перешкод мають бути не більше сотих часток міліметра).

Порядок виконання роботи

1. Складіть електричне коло з послідовно з'єднаних джерела струму, ключа, реостата і лампочки. Накресліть схему електричного кола (рис. 7.1).

2. Замкніть ключ. Установіть лампочку так, щоб нитка розжарення була розташована вертикально.

3. Екран з вертикальною щілиною малої ширини встановіть щільно до ока, щоб щілина, нитка розжарення та око знаходилися на одній прямій. Крізь щілину подивіться на нитку розжарення лампи та зарисуйте дифракційну картину, яку спостерігали (рис. 7.2).

4. Повільно віддаляйте щілину від ока та спостерігайте за змінами дифракційної картини. Зарисуйте побачене (рис. 7.3).

5. Виконайте завдання пп. 2–4 для щілини більшої ширини.

6. Виконайте завдання пп. 2–4 для екрана з коловими отворами різних діаметрів.

Рис. 7.1

Рис. 7.2

Рис. 7.3

7. Виберіть найбільш чіткі дифракційні картини на щілині й на отворах. Виконайте завдання п. 3 в монохроматичному світлі, використовуючи світлофільтри. Зробіть висновок.

Загальний висновок: _____

Контрольні питання та завдання

1. Яке явище називають дифракцією? _____

2. Чим відрізняються дисперсійний та дифракційний спектри?

3. Які явища дифракції пояснюють на основі принципу Гюйгенса? Відповідь обґрунтуйте.

4. Якщо примружити очі й дивитися крізь віі на джерело світла, то картинка виглядатиме райдужно забарвленою. Чому?

Додаткове завдання

Доберіть обладнання та отримайте двовимірний дифракційний спектр. Порівняйте отриманий спектр зі спектром від дифракційної ґратки. Поясніть відмінності.

Лабораторна робота № 8

СПОСТЕРЕЖЕННЯ НЕПЕРЕРВНОГО І ЛІНІЙЧАСТОГО СПЕКТРІВ РЕЧОВИНИ

Мета: спостерігати неперервний і лінійчастий спектри різних речовин за допомогою призми прямого зору (або спектроскопа однотрубного).

Обладнання та матеріали: джерело білого світла (лампа денного світла), скляна призма, призма прямого зору (або спектроскоп однотрубний), штатив, спектральні трубки з воднем, неоном, гелієм, високовольтний індуктор «Спектр-1», джерело живлення, електрична лампочка на підставці 3–6 В, реостат на 6–10 Ом, з'єднувальні проводи, спиртівка, пробірки з водними розчинами солей NaCl і BaCl₂, кольорові олівці, дифракційна ґратка.

Короткі теоретичні відомості

Атоми будь-якого хімічного елемента дають спектр, не схожий на спектри інших елементів, тобто вони випромінюють певний набір довжин хвиль. На цьому і ґрунтується *спектральний аналіз* — метод визначення хімічного складу речовини за її спектром.

Для точного дослідження спектрів застосовують прилади, які дозволяють отримати чіткий спектр (розрізняють хвилі різної довжини та запобігають перекриванню окремих ділянок спектра). Найчастіше основною частиною спектрального апарату є призма або дифракційні ґратки. Розкладення білого світла

на спектр можна пояснити залежністю показника заломлення речовини призми від довжини світлової хвилі, тобто кожній довжині хвилі відповідає свій кут відхилення для даної призми.

Найпростішим спектральним апаратом є спектроскоп прямого зору (спектроскоп однотрубний). Його основні частини: призма, збиральна лінза, коліматорна щілина.

Порядок виконання роботи

I. Спостереження неперервного спектра

1. Розмістіть скляну призму з вертикально розташованим ребром заломлювального кута перед оком.

2. Разом з призмою повертайтеся навколо вертикальної осі в бік заломлювального кута до появи в полі зору розкладеного в спектр світла.

3. Виділіть основні кольори спектра і порядок їх розташування відносно основи призми. Спостережуваний спектр зарисуйте (рис. 8.1).

Рис. 8.1

Рис. 8.2

Рис. 8.3

4. Повторіть спостереження через інший заломлювальний кут призми. Зарисуйте отриманий спектр (рис. 8.2). Зробіть висновок: _____

5. Закріпіть спектроскоп прямого зору в лапці штатива. Коліматорну щілину встановіть вертикально.

6. Попереду щілини на невеликій відстані встановіть електричну лампочку так, щоб нитка розжарення знаходилась навпроти щілини.

7. Під'єднайте послідовно лампочку до джерела струму через ключ і реостат.

8. За допомогою повзунка реостата добийтеся повного розжарення лампи. Зарисуйте отриманий спектр (рис. 8.3).

9. Зменшуючи ступінь розжарення нитки лампи, спостерігайте за зміною спектра. На основі спостережень зробіть висновок.

II. Спостереження лінійчастих спектрів речовин

1. Закріпіть трубку з гелієм у тримачі приладу для запалювання спектральних трубок «Спектр-1» та ввімкніть в мережу. Зарисуйте лінійчастий спектр випромінювання гелію (рис. 8.4).

Рис. 8.4

Рис. 8.5

Рис. 8.6

Спостерігайте за всіма лінійчастими спектрами наявних спектральних трубок. Зарисуйте спектри (рис. 8.5–8.6). Зробіть висновок щодо спектрів, які спостерігаєте. _____

2. Розташуйте перед щілиною коліматора спектроскопа полум'я спиртівки та по черзі вносіть у нього жмути вати, змочені передчасно в розчинах солей NaCl і BaCl_2 . Зарисуйте спектри (рис. 8.7–8.8).

Рис. 8.7

Рис. 8.8

Зробіть висновок. _____

Сформулюйте *загальний висновок* щодо характеру спектрів, що спостерігали. _____

Контрольні питання та завдання

1. Як пов'язані спектри поглинання та випромінювання однієї й тієї самої речовини? _____

2. Яким буде спектр від розжареного цвяха? _____

3. У чому полягатиме різниця спектрів, отриманих за допомогою призми, що мають різні заломлювальні кути? _____

Додаткове завдання

Світло від лампи розжарювання спочатку раз пропустіть крізь дифракційну ґратку, а потім — крізь призму. Чим будуть відрізнятися ці спектри? Відповідь обґрунтуйте.

Лабораторна робота № 9

ДОСЛІДЖЕННЯ ТРЕКІВ ЗАРЯДЖЕНИХ ЧАСТИНОК ЗА ФОТОГРАФІЯМИ

Мета: навчитися аналізувати треки заряджених частинок, що рухаються в магнітному полі.

Обладнання та матеріали: фотографії треків заряджених частинок у камері Вільсона, аркуш прозорого паперу, лінійка, трикутник, карандаш.

Короткі теоретичні відомості

Прилади для реєстрації радіоактивних випромінювань і частинок розподіляють на дві групи:

1) прилади, що дозволяють реєструвати проходження частинок через певну ділянку простору та в деяких випадках визначати їхні характеристики;

2) прилади, що дозволяють спостерігати (фотографувати) сліди частинок у речовині.

Практично в основу всіх методів спостереження та реєстрації радіоактивних випромінювань і частинок покладено здатність останніх іонізувати та збуджувати атоми середовища.

Камера Вільсона відноситься до другої групи реєструючих приладів. Щоб виконати точні вимірювання фізичних характеристик реєстрованих частинок, камеру Вільсона поміщають у постійне магнітне поле, що приводить до викривлення треків частинок. Запишемо другий закон Ньютона для даного

руху частинки:

$$|q| \vartheta B = m \frac{\vartheta^2}{R}, \quad (1)$$

де q — заряд частинки, ϑ — швидкість частинки, m — маса частинки, B — індукція магнітного поля, R — радіус кривизни траєкторії частинки.

Із формули (1) маємо вираз для визначення радіусу R кривизни траєкторії частинки

$$R = \frac{m\vartheta}{|q| B}. \quad (2)$$

Тобто, знаючи радіус R кривизни траєкторії, можна знайти імпульс частинки, а отже, і її кінетичну енергію

$$E_K = \frac{(BRq)^2}{2m}. \quad (3)$$

Формула (3) є справедливою тільки для нерелятивістських частинок.

Існує кілька способів визначення радіусу R кривизни траєкторії руху частинки.

1. *Спосіб шаблонів*: співставляють дугу відомого радіуса із заданим відрізком траєкторії. Якщо дуги співпадають, то і радіуси викривлення дуг рівні.

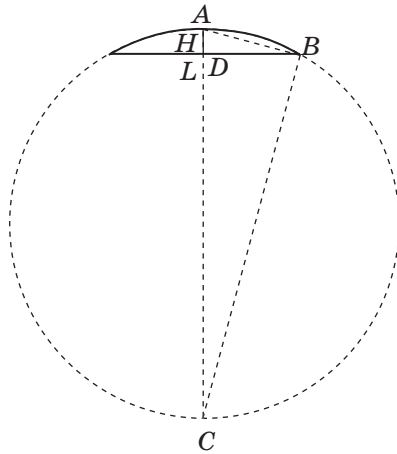


Рис. 9.1

2. *Спосіб двох перпендикулярів до двох хорд*: проводять серединні перпендикуляри до двох хорд. Точка перетину цих перпендикулярів буде центром даного кола.

3. *Спосіб «стрілки» перегину*. Проводять хорду і через її середину проводять перпендикуляр до перетину з дугою (рис. 9.1). Вимірявши «стрілку» перегину H і довжину хорди L , знаходимо радіус R кривизни дуги за формулою

$$R = \frac{L^2}{8H} + \frac{H}{2}. \quad (4)$$

Аналіз фотографій треків частинок дозволяє:

- 1) визначити заряд і швидкість частинки (за товщиною треку);
- 2) обчислити енергію частинки для однорідного середовища (за довжиною треку);
- 3) ідентифікувати частинки за фотографіями.

Порядок виконання роботи

I. На фотографії (рис. 9.2) видно треки частинок, що рухаються в магнітному полі з індукцією $B = 2,2$ Тл. Вектор індукції магнітного поля є перпендикулярним до площини, у якій лежать траєкторії частинок, що рухаються, а також до площини фотографії. Нижній трек належить протону, що має початкову енергію $E = 1,6$ МеВ.

1. Доведіть, що протон не є релятивістською частинкою.

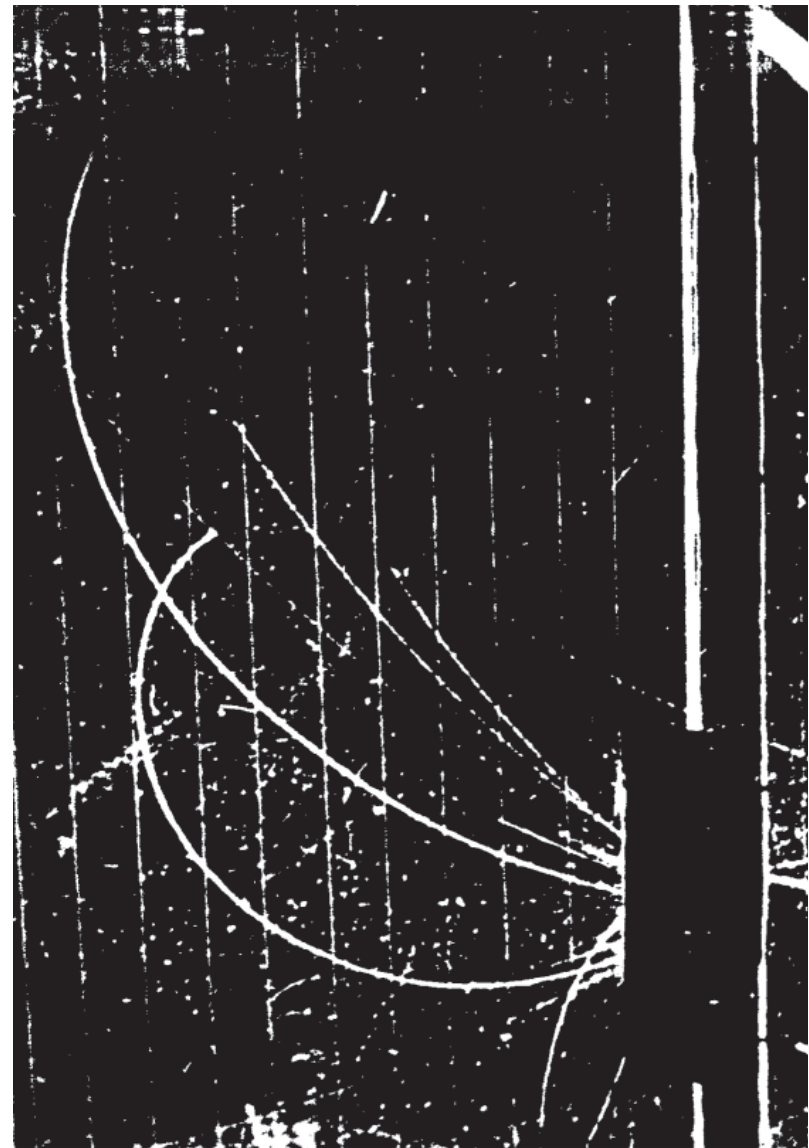


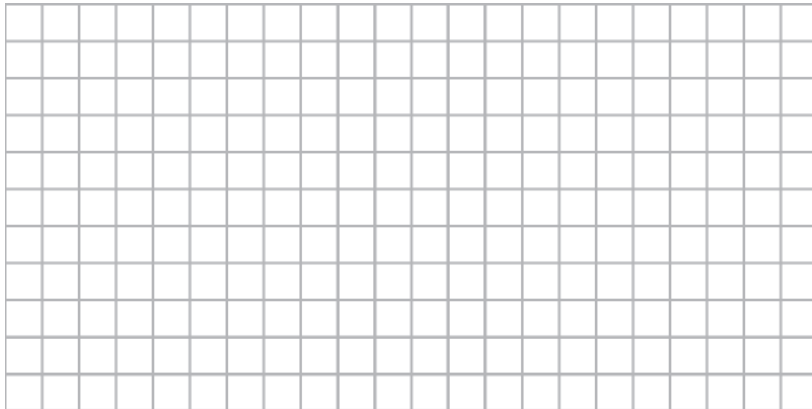
Рис. 9.2

1. Визначте напрямки силових ліній магнітного поля.

2. Виберіть три точки на траєкторії протона (на початку, у середині, наприкінці). Виміряйте радіус кривизни траєкторії протона для обраних точок.

$$R_1 = \quad R_2 = \quad R_3 =$$

3. Визначте кінетичну енергію протона для обраних точок траєкторії.



4. Зробіть *висновок*: _____

Контрольні питання та завдання

1. Укажіть причини, через які товщина треку збільшується до кінця пробігу. _____

2. За допомогою формули (3) можна розрахувати кінетичну енергію нерелятивістської частинки. Запишіть формулу для розрахунків імпульсу та кінетичної енергії для релятивістської частинки. _____

Додаткове завдання

Визначте, ядро якого елемента розпалося в точці *A* (рис. 9.3), якщо відомо, що тут відбулася реакція із захватом одного нейтрона, а під час розпаду, крім двох протонів і двох альфа-частинок, утворилося ще три нейтрони.

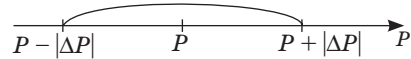
Додаток 1

Будь-яке вимірювання виконують з похибкою Δ , що складається з інструментальної похибки Δ_{np} та похибки відліку $\Delta_{відл}$. Інструментальна похибка обумовлена похибкою вимірювальних приладів, похибка відліку пов'язана з недосконалістю органів чуття оператора.

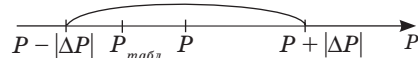
Інструментальна похибка (якщо не вказано інше) вважається рівною половині ціни поділки шкали. Таке саме значення має і похибка відліку

$$\Delta = \Delta_{np} + \Delta_{відл}.$$

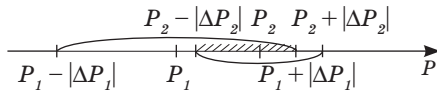
Абсолютна похибка показує діапазон, в якому знаходиться допустиме значення вимірюваної величини P : при абсолютній похибці ΔP діапазон вимірюваної величини знаходиться в межах від $P - |\Delta P|$ до $P + |\Delta P|$.



Якщо існує табличне значення вимірюваної величини, то в разі правильно проведеного експерименту воно має знаходитися в експериментальному інтервалі допустимих значень.



При вимірюваннях, що виконуються за допомогою різних методів, достовірне значення вимірюваної величини лежить в області перекриття інтервалів допустимих значень вимірюваної величини, отриманих у кожному з методів. Для двох методів вимірювання фізичної величини P (P_1 і P_2 — значення вимірюваної величини, отримані першим і другим методами, ΔP_1 і ΔP_2 — абсолютні похибки кожного з методів відповідно) інтервал достовірних значень знаходиться в межах від $P_2 - |\Delta P_2|$ до $P_1 + |\Delta P_1|$.



Відносна похибка вказує на точність вимірювання та виражається відношенням абсолютної похибки ΔP до вимірюваного значення величини P . Вона може бути вираженою в частках від одиниці або в процентах:

$$\varepsilon = \frac{\Delta P}{P}, \quad \varepsilon = \frac{\Delta P}{P} \cdot 100\%.$$

Додаток 2

Характеристики вимірювальних приладів

Вимірювальна величина	Засоби вимірювань	Межа вимірювань	Ціна поділки	Допустима інструментальна похибка
довжина	Лінійка			
	учнівська	до 50 см	1 мм	± 1 мм
	креслярська	до 50 см	1 мм	$\pm 0,2$ мм
	інструментальна (сталева)	20 см	1 мм	$\pm 0,1$ мм
	Демонстраційний метр	100 см	1 см	$\pm 0,5$ см
Стрічка вимірювальна	150 см	0,5 см	$\pm 0,5$ см	
Штангенциркуль	150 мм	0,1 мм	$\pm 0,05$ мм	
Мікрометр	25 мм	0,01 мм	$\pm 0,005$ мм	
час	Секундомір	0–30 хв	0,2 с	± 1 с за 30 хв
об'єм	Вимірювальний циліндр (мензурка)	до 250 мл	1 мл	± 1 мл
маса	Терези навчальні	200 г		$\pm 0,01$ г
сила	Динамометр шкільний	4 Н	0,1 Н	$\pm 0,05$ Н
тиск	Барометр-анероїд	720–780 мм рт. ст.	1 мм рт. ст.	± 3 мм рт. ст.
сила струму	Амперметр шкільний	2 А	0,1 А	$\pm 0,05$ А
напруга	Вольтметр шкільний	6 В	0,2 В	$\pm 0,15$ В

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. 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.
4. Кирик Л.А., Дик Ю.И. Сборник заданий и самостоятельных работ для 10-го кл. — М.: Илекса, 2006. — 192 с.
5. Фетисов В.А. Лабораторные работы по физике. Для учащихся 8–10 классов. Изд. 3-е, перераб. — М.: Учпедгиз, 1961. — 239 с.
6. 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.
7. Шилов В.Ф. Лабораторные работы в школе и дома: Молекулярная физика. Термодинамика. — М.: Просвещение, 2007. — 96 с.
8. Шилов В.Ф. Лабораторные работы в школе и дома: Электродинамика. — М.: Просвещение, 2006. — 110 с.

Зміст

Лабораторна робота № 1*	
Дослідження взаємодії електризованих тіл.....	4
Лабораторна робота № 2	
Визначення ЕРС і внутрішнього опору джерела струму	7
Лабораторна робота № 3*	
Дослідження електричного кола з напівпровідниковим діодом.....	10
Лабораторна робота № 4	
Дослідження магнітних властивостей речовини	13
Лабораторна робота № 5	
Дослідження явища електромагнітної індукції	16
Лабораторна робота № 6	
Спостереження інтерференції світла	20
Лабораторна робота № 7	
Спостереження дифракції світла	23
Лабораторна робота № 8	
Спостереження неперервного і лінійчастого спектрів речовини	25
Лабораторна робота № 9	
Дослідження треків заряджених частинок за фотографіями	29
Додатки	36
Список використаних джерел.....	38

Навчальне видання

Краснякова Тетяна Вадимівна
Чорнобай Катерина Григорівна

Фізика
11 клас
Лабораторні роботи

Академічний рівень

За редакцією авторів
Комп'ютерний макет: О. В. Шейкіна.
Коректор: Л. А. Михайлова

Підписано до друку 19.08.11. Формат 60 × 84/16. Ум. друк. арк. 2,33.
Тираж 2000 прим. Зам. № 59

ПП «Видавництво «Янтар»
91055, м. Луганськ, 1-й мікрорайон, 1/1, тел.: (0642) 52-29-77

Свідоцтво про внесення до Держреєстру ДК №256 від 22.11.2000

Видруковано ФОП Манько Д.О.
91015, м. Луганськ, кв. Зарічний, 16/79, тел. (095) 565-09-24