

Міністерство освіти і науки України

**Навчально-методичний центр професійно-технічної освіти
у Закарпатській області**

ЗБІРНИК ІНСТРУКЦІЙ

**до виконання лабораторних робіт
та робіт фізичного практикуму**

з предмета „Фізика”

Ужгород-2014

Збірник інструкцій для проведення лабораторних робіт та робіт фізичного практикуму з предмета „Фізика”. Навчальний посібник. Ужгород, 2014. – Кількість сторінок 53.

У посібнику подаються алгоритми виконання лабораторних робіт з фізики та робіт фізпрактикуму. Збірник розроблений відповідно до навчальної програми з предмета „Фізика” (рівень стандарту).

Збірник призначений для викладачів предмета „Фізика” та учнів професійно-технічних навчальних закладів при проведенні лабораторних робіт та робіт фізичного практикуму.

Склад творчої групи:

- Ляшенко Павло Михайлович – викладач фізики ВПУ №3 м. Мукачево
Карпинець Галина Миколаївна – викладач фізики ДНЗ „Мукачівський центр ПТО”
Кут Агнеса Миколаївна – викладач фізики ДНЗ „Ужгородський центр ПТО”
Ковач Лідія Гаврилівна – викладач фізики ДПТНЗ „Мукачівський професійний аграрний ліцей ім. М.Данканича”
Печунка Олександра Миколаївна – викладач фізики Свалявського професійного будівельного ліцею

Керівник:

Вайда С.В. – куратор методичної секції викладачів природничо-математичного циклу, методист НМЦ ПТО у Закарпатській області

Схвалено

Навчально-методичною радою НМЦ ПТО у Закарпатській області

26.05 2014 року, протокол № 3

Зміст

Інструкція з БЖД	1
Перелік тем лабораторних робіт	3
Лабораторна робота № 1. Визначення прискорення тіла під час рівноприскореного руху	4
Лабораторна робота № 2. Вимірювання сил	6
Лабораторна робота № 3. Дослідження рівноваги тіла під дією кількох сил	9
Лабораторна робота № 4. Дослідження одного з ізо процесів	11
Лабораторна робота № 5. Вимірювання відносної вологості повітря	14
Лабораторна робота № 6. Визначення ЕРС і внутрішнього опору джерела струму	16
Лабораторна робота № 7. Дослідження електричного кола з напівпровідниковим діодом	18
Лабораторна робота № 8. Дослідження явища електромагнітної індукції	19
Лабораторна робота № 9. Виготовлення маятника й визначення періоду його коливань	21
Лабораторна робота № 10. Спостереження інтерференції та дифракції світла	23
Лабораторна робота № 11. Спостереження неперервного й лінійчатого спектрів речовини	25
Перелік тем робіт фізичного практикуму.....	27
Практична робота № 1. Дослідження руху тіла під дією сили тяжіння	28
Практична робота № 2. Дослідження механічного руху з урахуванням закону збереження енергії	30
Практична робота № 3. Вивчення одного з ізо процесів	32
Практична робота № 4. Визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідини	34
Практична робота № 5. Визначення модуля пружності речовини	36
Практична робота № 6. Визначення енергії зарядженого конденсатора	38
Практична робота № 7. Дослідження електричних кіл	41
Практична робота № 8. Визначення довжини світлової хвилі	44
Практична робота № 9. Визначення прискорення вільного падіння за допомогою маятника	46
Практична робота № 10. Вивчення будови дозиметра й складання радіологічної карти місцевості	49
Практична робота № 11. Вивчення треків заряджених частинок за готовими фотографіями	52

Інструкція з БЖД

I. Загальні положення

1.1. Перебувати учням у приміщенні кабінету (лабораторії) фізики і в лаборантській дозволяється лише в присутності викладача фізики або лаборанта.

1.2. Будьте уважні й дисципліновані, точно виконуйте вказівки викладача.

1.3. Не починайте виконувати роботу без дозволу викладача.

II. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Ознайомтеся з описом роботи і продумайте хід її виконання.

2.2. Приберіть все зайве зі столу.

2.3. Розміщуйте обладнання і прилади на робочому місці так, щоб уникнути їх падіння.

III. Вимоги безпеки під час виконання роботи

3.1. Не приступайте до виконання роботи без дозволу викладача.

3.2. Закріплюйте скляний посуд в лапці штатива за допомогою клаптика картону.

3.3. Користуйтеся мензурками, трубками, пробірками, що мають оплавлені краї.

3.4. Забороняється пробувати на смак рідини, які використовуються в дослідах.

3.5. При роботі з оптичними приладами не торкайтеся скляних поверхонь оптичних приладів руками (на руках завжди є жир).

3.6. Обережно поводьтеся з лінзами і лампочкою, щоб не розбити їх.

3.7. Будьте обережні зі скляними пластинками, щоб не поранити руки. Користуйтеся скляними пластинками з зашліфованими краями.

3.8. Обережно поводьтеся з гострими предметами (шпильками, голками).

3.9. Забороняється збирати осколки хімічного скла голими руками.

3.10. Складаючи електричне коло, уникайте перетину проводів.

3.11. Склавши електричне коло, перевірте надійність кріплень провідників.

3.12. Джерело струму вмикайте в електричне коло в останню чергу.

3.13. Не виконуйте перемикань в колі при ввімкненому джерелі живлення.

3.14. Замикайте електричне коло тільки з дозволу викладача. Вводіть магніти до котушки поступово, не допускайте їх падіння

3.15. Добре закріплюйте гуму в штативі і обережно підвішуйте тягарці.

3.16. Динамометр чи пружину закріплюйте на штативі Забороняється розтягувати їх руками, не перевантажуйте їх.

3.17. Користуйтеся приладами лише за їх призначенням.

IV. Вимоги безпеки після закінчення роботи

4.1. Розберіть установку. Складіть обладнання так, як воно було складено до початку роботи.

4.2. При потребі витріть стіл чистою ганчіркою.

V. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

5.1. При виявленні несправностей чи інших дефектів у приладах чи установках необхідно припинити роботу і повідомити про це викладача.

5.2. При отриманні травм, опіків припинити роботу і звернутися до викладача.

5.1. При виявленні несправностей чи інших дефектів у приладах чи установках необхідно припинити роботу і повідомити про це викладача.

5.2. При отриманні травм, опіків припинити роботу і звернутися до викладача.

5.3. При виявленні несправності, напруги на корпусі обладнання чи інших дефектів роботи необхідно припинити роботу, вимкнути електроживлення, повідомити викладача.

Перелік тем лабораторних робіт

Механіка

Розділ 1. Кінематика

1. Визначення прискорення тіла під час рівноприскореного руху.

Розділ 2. Динаміка.

2. Вимірювання сил.
3. Дослідження рівноваги тіла під дією кількох сил.

Молекулярна фізика й термодинаміка

Розділ 1. Властивості газів, рідин, твердих тіл

4. Дослідження одного з ізопроцесів.
5. Вимірювання відносної вологості повітря.

Електродинаміка

Розділ 1. Електричне поле та струм

6. Визначення ЕРС і внутрішнього опору джерела струму.
7. Дослідження електричного кола з напівпровідниковим діодом.

Розділ 2. Електромагнітне поле

8. Дослідження явища електромагнітної індукції.

Розділ 3. Коливання та хвилі

9. Виготовлення маятника й визначення періоду його коливань.

Розділ 4. Хвильова і квантова оптика

10. Спостереження інтерференції та дифракції світла.

Розділ 5. Атомна та ядерна фізика

11. Спостереження неперервного й лінійчатого спектрів речовини.

Лабораторна робота № 1

Тема. Визначення прискорення тіла під час рівноприскореного руху

Мета: визначити прискорення тіла, яке рухається рівноприскорено

Обладнання: набір кульок однакового розміру, виготовлених з різних матеріалів (стальна, дерев'яна, скляна тощо), жолоб, секундомір, лінійка або мірна стрічка, штатив з муфтою і затискачем, цифровий секундомір з датчиками „Старт”-, „Фініш”, дерев'яний брусок, калькулятор.

Теоретичні відомості

Кулька, що скочується жолобом, рухається рівноприскорено, оскільки її швидкість увесь час рівномірно збільшується. Якщо її пускати жолобом уздовж осі OX без початкової швидкості, то її рух описується рівнянням $s_x = \frac{a_x t^2}{2}$. Звідки $a_x = \frac{2s_x}{t^2}$.

Оскільки кулька скочується жолобом досить швидко, важко зафіксувати пройдений шлях за малий інтервал часу. Тому інтервал часу вимірюємо цифровим секундоміром з похибкою вимірювання $\pm 0,01$ с. Включення і виключення секундоміра здійснюється за допомогою спеціальних контактних датчиків на початку шляху і в кінці (мал. 1).



1 2 3 4 5 6 7

Мал. 1

- 1 – калькулятор;
- 2 – набір кульок однакового розміру, виготовлених з різних матеріалів (скло, сталь, дерево тощо);
- 3 – цифровий секундомір з точністю вимірювання $\pm 0,01$ с;
- 4 – контактний датчик руху „Старт”;
- 5 – вимірювальна лінійка;
- 6 – контактний датчик руху „Фініш”;
- 7 – дерев'яний брусок для зупинки кульок в кінці жолоба.

При виконанні роботи оцінюємо точність вимірювальних приладів і визначаємо відносну похибку за формулою $\varepsilon = \frac{\Delta a}{a} = \pm \left(\frac{\Delta s}{s} + 2 \frac{\Delta t}{t} \right)$, абсолютну похибку – $\Delta a = \varepsilon \cdot a$.

Алгоритм виконання роботи

При виконанні даної роботи дотримуватися вимог техніки безпеки, чітко провести установку жолоба і іншого обладнання.

1. Установити жолоб за допомогою штатива під невеликим кутом нахилу. В кінці жолоба покласти гальмівний дерев'яний брусок і виміряти довжину ділянки жолоба від верхнього контактного датчика „Старт” до нижнього – „Фініш”. Визначити точність вимірювальної величини. Результати вимірювання записати у таблицю (при відсутності електронного цифрового секундоміра користуватися наявним у фізкабінеті і внести відповідні поправки до точності вимірювання часу, що відповідає класу даного хронометра).

2. Обнулити покази секундоміра і від контактного датчика „Старт” пустити жолобом одну з кульок. Проконтролювати ввімкнення та вимкнення секундоміра. Результати вимірювання записати у таблицю.

№ з/п	$S, м$	Матеріал кульки	$\Delta S, м$	$t_c, с$	$\Delta t, с$	$a, м/с^2$	$\Delta a, м/с^2$	$\varepsilon, \%$
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								

3. За допомогою формули знайти прискорення кульки для даного переміщення та кута нахилу жолоба.

4. Повторити дослід з іншим переміщенням, іншими кульками, які мають різні маси, оскільки виготовлені з різних матеріалів. Визначити їхні прискорення для того самого кута нахилу.

5. Змінити кут нахилу і повторити дослід для деяких кульок. Результати записати в таблицю і знайти прискорення кульок для цього кута нахилу.

6. Обчислити похибки результатів і записати в таблицю.

7. Порівняти одержані значення прискорення для різних випадків і зробити висновок. Відповісти на контрольні питання.

Контрольні питання

1. Який рух називається рівноприскореним?
2. Що таке прискорення?
3. Привести приклади рівноприскореного руху навколо нас.

Лабораторна робота № 2

Тема. Вимірювання сил

Мета: виміряти за допомогою динамометра силу тяжіння й силу тертя ковзання; переконатися на досліді, що рівнодійна сил, прикладених до тіла, дорівнює векторній сумі цих сил.

Обладнання: штатив із двома муфтами та лапками, дерев'яна лінійка, дерев'яний брусок масою 300-400 г із гачком на торці, дошка фанерна з трьома вбитими цвяхами, дві нитки завдовжки 40-45 см (на обох кінцях однієї з ниток зроблено петлі), кнопки, два аркуші паперу, трикутник, динамометр.

Теоретичні відомості

Сила – це кількісна міра дії на дане тіло іншого тіла, внаслідок якої змінюється швидкість даного тіла або воно деформується.

Силу, яка чинить на тіло таку саму дію як і кілька одночасно прикладених до нього сил, називають рівнодійною цих сил.

Оскільки сила – векторна величина, то рівнодійна дорівнює геометричній сумі всіх прикладених до нього сил.

Сили, як і будь-які інші векторні величини, додають за правилом трикутника або паралелограма.

У цій роботі доцільно сили додавати за правилом паралелограма.

Для цього початки векторів суміщають в одній точці й будують паралелограм, сторонами якого є вектори сил, що їх додають, а діагональ паралелограма, проведена від початків векторів, є сумою цих сил.

Алгоритм виконання роботи

Підготовка до експерименту

Визначте ціну поділки $f_{\text{под}}$ та межі вимірювання шкали динамометра F_{max}

Експеримент

Результати вимірювань відразу ж заносьте до таблиці.

Дослід 1. Підвісьте брусок до гачка динамометра й виміряйте вагу P бруска.

Дослід 2. За допомогою кнопок прикріпіть до дошки аркуш паперу. Зберіть установку, як показано на рис. 1. На аркуші паперу позначте положення вузлика, яким зв'язано нитки, та нарисуйте лінії, уздовж яких нитки розташовано. За допомогою динамометра виміряйте сили T_1 і T_2 натягу ниток. Для цього:

1) зніміть зі цвяха одну з петель, надягніть її на гачок динамометра і, притискаючи динамометр до дошки, відтягніть нитку так, щоб розташування ниток і вузлика точно збіглося з початковим;

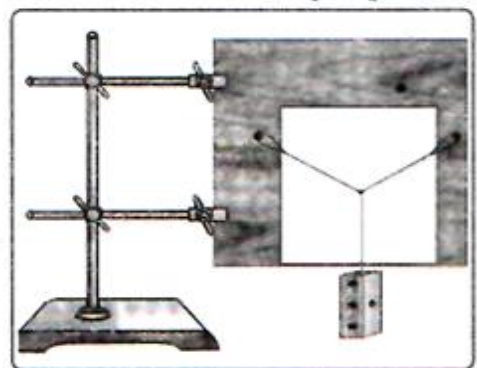


Рис. 1

- 2) запишіть показ динамометра;
- 3) повторіть вимірювання для другої половини нитки, запишіть показ динамометра;
- 4) зніміть аркуш паперу.

Дослід 3. Повторіть дії, описані в досліді 2, надягнувши одну з петель нитки на третій цвях і таким чином розташувавши нитки під іншим кутом.

Дослід 4. Покладіть брусок на дерев'яну лінійку. Виміряйте силу тертя ковзання F , яка діє на брусок. Для цього, зачепивши брусок гачком динамометра, якомога рівномірніше переміщуйте брусок уздовж лінійки (рис. 2).

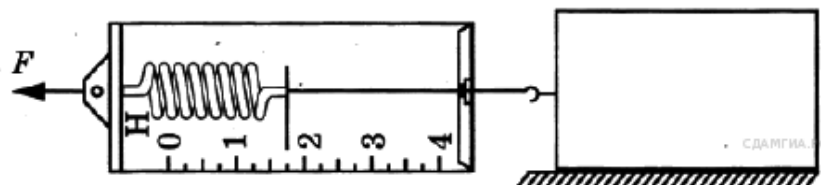


Рис. 2

Номер досліду	Вага бруска	Сила тертя ковзання	Сила натягу нитки		Рівнодійна сил
			T_1 Н	T_2	
1.		—	—	—	—
2.		—			
3.		—			
4.			—	—	—

Опрацювання результатів експерименту

1. Для дослідів 1 і 4 виконайте пояснювальні рисунки, на яких покажіть у певному масштабі сили, що діють на брусок. Зазначте вибраний вами масштаб.

2. Накресліть на аркушах, які ви зняли з дошки, в певному масштабі вектори сил, прикладених до вузлика. Знайдіть за правилом паралелограма рівнодійну сил натягу ниток. Порівняйте модулі й напрямки рівнодійної сил натягу ниток і ваги бруска. Закінчіть заповнення таблиці.

3. Оцініть абсолютну похибку вимірювань ваги й сили тертя ковзання (досліди 1 і 4): $\Delta F = \frac{f_{\text{под}}}{2}$. Оскільки в цьому випадку ви проводили **тільки одне вимірювання**, випадкова похибка становитиме половину ціни поділки шкали динамометра.

4. Подайте результати вимірювань ваги й сили тертя ковзання в такому вигляді: $P = P \pm \Delta F$, $F_{\text{тертя}} = F_{\text{терт.ковз.}} \pm \Delta F$.

Контрольні питання

1. Як змінюється значення рівнодійної двох сил при зміні кута між ними?
2. Як визначити абсолютну та відносну похибки прямих вимірювань?
3. Що може стати причиною можливої розбіжності результатів вимірювань ваги бруска й рівнодійної сил натягу ниток?

Обробка результатів

1. $M_1 = F_1 l_1$
 $M_2 = F_2 l_2$
 $M_1 = M_2$

2. $M_1 = F_1 l_1$
 $M_2 = F_2 l_2$
 $M_1 = M_2$

3. $M_1 = F_1 l_1$
 $M_2 = F_2 l_2$
 $M_1 = M_2$

2. Повторити досліди з 2-3 тягарцями, комбінуючи кількість тягарців та їх розташування на важелі.

3. Зробити висновки і дати відповіді на запитання: Розглянутий у роботі важіль зрівноважили тягарцями на Землі. Чи зміниться його рівновага при перенесенні на Місяць? А при перенесенні на космічний корабель, який рухається навколо Землі по коловій орбіті? Відповіді обґрунтуйте.

Контрольні питання

1. Що таке момент сили?
2. Сформулювати правило моментів.
3. Яка різниця між рухомими і нерухомими блоками?
4. Привести приклади застосування правила моментів.

Лабораторна робота № 4

Тема. Дослідження одного з ізопроеесів.

Експериментальне вивчення закону Бойля–Маріотта

Мета: дослідити, як змінюється об'єм тієї самої маси газу (при сталій температурі) при зміні тиску, і встановити співвідношення між цими величинами.

Обладнання: висока скляна посудина (~ 40 см) з водою; скляна трубка завдовжки 40-50 см, закрита з одного кінця; вимірювальна лінійка з міліметровими поділками; штатив для кріплення трубки і лінійки; барометр-анероїд БР-52.

Теоретичні відомості

Якщо в газі відбуваються якісь процеси, то звичайно змінюються всі три його параметри: тиск, об'єм, температура (p, V, T).

Найпростішими є процеси, що відбуваються зі зміною лише двох параметрів. Ці процеси називають ізопроеесами.

Рівняння стану газу для них легко дістати з рівняння Клапейрона, вважаючи один із параметрів сталою величиною. Ізопроееси, які відбуваються за сталої температури, називаються ізотермічними.

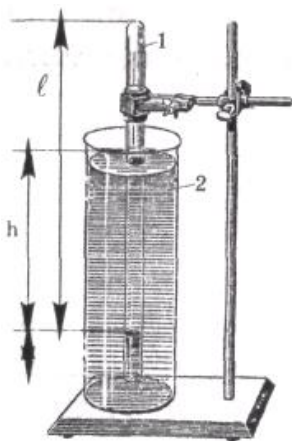
Якщо в рівнянні стану $pV = \frac{m}{M}RT$ (1) вважати $T = const$, права частина рівняння буде величиною сталою: $pV = const$ (2).

Закон Бойля-Маріотта, або рівняння стану ідеального газу при ізотермічному процесі, означає: добуток тиску даної маси газу на об'єм, що його займає газ за сталої температури, є величиною сталою.

Закон Бойля-Маріотта можна перевірити за допомогою нескладного обладнання.

Опис приладу

На рис. зображено прилад для експериментального вивчення закону Бойля-Маріотта. Прилад складається зі скляної трубки (1) і високої скляної посудини (2) з водою. Один кінець трубки закритий гумовим корком або запаяний, а другий – відкритий. Відкритим кінцем трубка занурена в посудину з водою.



У трубці є замкнутий стовпчик повітря. Якщо у воду, налиту у високу скляну посудину, опустити відкритим кінцем трубку, то повітря в ній перебуватиме під тиском.

$$p = \left(H + \frac{h}{13,6} \right) \text{ мм рт ст} \quad (3),$$

де H – атмосферний тиск;

h – різниця рівнів води в широкій посудині і в трубці.

Для спрощення розрахунків атмосферний тиск і тиск стовпчика води доцільно вимірювати в міліметрах ртутного стовпчика. Густина води у 13,6 рази менша за густину ртуті, тому стовпчик води заввишки h мм

створює тиск, що дорівнює тиску стовпчика ртуті заввишки $\frac{h}{13,6}$ мм. Об'єм

(V) повітря в трубці: $V = S \cdot l$,

де l – довжина стовпчика повітря, мм;

S – площа поперечного перерізу стовпчика повітря, мм².

Підставивши знайдені значення p і V у формулу (2), дістанемо:

$\left(H + \frac{h}{13,6}\right) \cdot S \cdot l = \text{const}$, або, оскільки площа поперечного перерізу трубки

скрізь однакова, $\left(H + \frac{h}{13,6}\right) \cdot l = \frac{c}{S} = c'$, де c і c' – сталі величини.

При зміні глибини занурення трубки змінюються об'єм і тиск повітря в ній.

У роботі досліджується залежність між величинами H , l і h .

Алгоритм виконання роботи

1. Скласти прилад, поданий на рис. Потім, занурюючи чи піднімаючи трубку, виміряти довжину стовпчика повітря в трубці l і різницю рівнів води h у трубці і посудині. При виконанні роботи глибину занурення трубки регулюють пересуванням затискача з держактом уздовж стояка штатива.

2. Повторити дослід для двох різних глибин занурення трубки.

3. Виміряти барометром атмосферний тиск H (у мм рт. ст.).

4. Для кожного досліду обчислити добуток тиску та об'єму і знайти середнє значення цього добутку: $c = \left(H + \frac{h}{13,6}\right) \cdot l$ (враховуючи, що площа поперечного перерізу трубки стала, числове значення l можна взяти за значення V в умовних одиницях).

Номер досліду	H , мм рт. ст.	h , мм	$l(V)$, ум. од.	$p = H + \frac{h}{13,6}$ мм рт. ст.	$c = p \cdot l$	$c_{\text{сер}}$
1.						
2.						
3.						

5. Результати вимірювань та обчислень занести до таблиці.

6. Знайти абсолютну і відносну похибки.

7. Накреслити за експериментальними даними графік залежності тиску від об'єму.

Оцінка точності проведеного вимірювання

1. Абсолютна похибка: $\Delta c_{\text{сер}} = |c_{\text{сер}} - c|$,

де $c_{\text{сер}}$ – середнє значення трьох результатів.

Результат обчислень записується в загальному вигляді так:

$c = c_{\text{сер}} \pm \Delta c_{\text{сер}}$ (зробіть це для одного із трьох дослідів)

2. Відносна похибка:
$$e = \frac{\Delta c_{сер}}{c_{сер}} \cdot 100 \%,$$

де $c_{сер}$ – середнє значення;
 $\Delta c_{сер}$ – абсолютна похибка.

Контрольні питання

1. Чому під час досліду не слід тримати трубку рукою?
2. Чи має істотне значення для досліду площа поперечного перерізу?

Лабораторна робота № 5

Тема. Вимірювання відносної вологості повітря

Мета: ознайомитися з експериментальними методами визначення відносної вологості повітря за допомогою таблиці «Тиск насиченої водяної пари при різних температурах» та психрометричної таблиці.

Обладнання: термометр лабораторний; хімічна склянка; посудина з водою кімнатної температури; посудина зі шматочками льоду; клаптик тканини (марля); нитка.

Алгоритм виконання роботи

Дослід 1. Вимірювання відносної вологості повітря за допомогою моделі конденсаційного гігрометра.

1. Визначте температуру повітря у приміщенні: $t = \underline{\hspace{2cm}}$.
2. Визначте за таблицею 1 тиск пари p_n , що відповідає даній температурі: $p_n = \underline{\hspace{2cm}}$

Тиск насиченої водяної пари (Па) при різних температурах (°C)

Таблиця 1

$t, ^\circ\text{C}$	$p_n, \text{Па}$	$t, ^\circ\text{C}$	$p_n, \text{Па}$	$t, ^\circ\text{C}$	$p_n, \text{Па}$
0	611	8	1067	16	1813
1	653	9	1147	17	1933
2	707	10	1227	18	2067
3	760	11	1307	19	2200
4	813	12	1400	20	2333
5	880	13	1493	21	2493
6	933	14	1600	22	2610
7	1000	15	1707	24	2987

3. Хімічну склянку наполовину заповніть водою кімнатної температури.

4. Вставте в склянку термометр і вкиньте кілька шматочків льоду.

5. У момент, коли поверхня склянки над водою потьм'яніє (з'явиться конденсат водяної пари), виміряйте температуру t_p води у склянці: $t_p = \underline{\hspace{2cm}}$

6. За таблицею 1 визначте тиск насиченої пари p_n , що відповідає цій температурі: $p_{n.p.} = \underline{\hspace{2cm}}$

7. Оскільки тиск p водяної пари в повітрі при проведенні досліді не змінився, то можна стверджувати, що $p_{n.p.} = p$.

8. Визначте відносну вологість за формулою: $\varphi = \frac{p}{p_n} \cdot 100\%$.

9. За результатами досліді зробіть висновок.

Дослід 2. Вимірювання відносної вологості повітря за допомогою моделі психрометра.

1. Виміряйте температуру повітря у приміщенні: t .

2. Занурте термометр у воду і переконайтеся у тому, що вона також має кімнатну температуру.

3. Обгорніть резервуар термометра клаптиком тканини (марлі) та закріпіть її за допомогою нитки.

4. Змочіть тканину водою і спостерігайте за зміною показань термометра.

5. Запишіть показання термометра у момент, коли вони перестануть змінюватися: $t_{\text{вол.}} = \underline{\hspace{2cm}}$

6. Обчисліть різницю показань сухого і вологого термометрів: Δt .

7. Визначте відносну вологість ϕ повітря у кабінеті за психрометричною таблицею 2.

Таблиця 2.

Психрометрична таблиця

Показання сухого термометра, °C	Різниця показань сухого і вологого термометрів, °C										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Відносна вологість, %										
0	100	81	63	45	28	11	–	–	–	–	–
2	100	84	68	51	35	20	–	–	–	–	–
4	100	85	70	56	42	28	14	–	–	–	–
6	100	86	73	60	47	35	23	10	–	–	–
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7	–	–
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	–
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	–
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

8. Зробіть висновок за результатами роботи, порівняйте отримані результати.

Контрольні запитання

1. Що називають абсолютною вологістю повітря?
2. Що називають відносною вологістю повітря?
3. Яка будова психрометра?
4. Як визначити відносну й абсолютну вологість повітря за допомогою психрометра?

Лабораторна робота №6

Тема. Визначення ЕРС і внутрішнього опору джерела струму

Мета: закріпити вміння складати електричне коло, вимірювати силу струму, напругу, регулювати силу струму в колі реостатом; навчитися вимірювати ЕРС і внутрішній опір джерела струму; ознайомитись із залежністю напруги від струму для даного джерела.

Обладнання: досліджуване джерело струму; амперметр; вольтметр; з'єднувальні провідники.

Теоретичні відомості

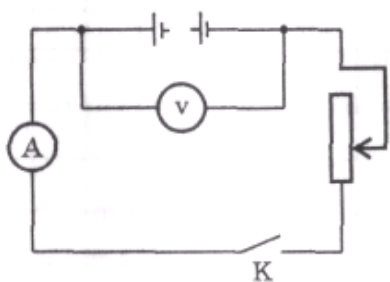


Рис. 1

Для визначення внутрішнього опору складається схема, подана на рис. 1. На цій схемі з'єднані послідовно: джерело струму ε , реостат, ключ K і амперметр A .

ЕРС джерела струму можна виміряти за допомогою вольтметра, опір якого значно більший, ніж внутрішній опір джерела струму.

Внутрішній опір джерела струму r можна визначити з закону Ома для повного кола, вимірявши напругу на резисторі відомого опору R , підключеному до джерела.

$$\text{Оскільки } I = \frac{\varepsilon}{R + r},$$

$$\text{то } r = \frac{\varepsilon - U}{I} \quad (1)$$

Алгоритм виконання роботи

1. Скласти коло за схемою, поданою на рис. 1, але джерело струму не вмикати, поки викладач не перевірить схему.
2. Виміряти ЕРС джерела струму (показання вольтметра при розімкненому ключі).
3. Замкнути ключ K і за допомогою реостата відрегулювати силу струму так, щоб стрілка амперметра зупинилася навпроти цілої поділки шкали амперметра.
4. Виміряти значення сили струму I і напруги U на зовнішній ділянці кола. Вимірювання провести декілька разів (3-5), щоразу змінюючи опір.
5. Обчислити напругу на внутрішній ділянці кола: $U_\varepsilon = \varepsilon - U$.
6. Обчислити внутрішній опір джерела струму: $r = \frac{U_\varepsilon}{I}$.
7. Результати вимірювань та обчислень занести до таблиці.

Номер	ε , В	I , А	U , В	U_ε , В	r , Ом	$r_{сер}$, Ом
1						
2						
3						
4						
5						

Оцінка точності проведеного вимірювання

Відносна похибка і абсолютна похибка:

$$\varepsilon_r = \frac{\Delta r_{\text{сер}}}{r_{\text{сер}}}, \text{ де } \Delta r_{\text{сер}} = \frac{\Delta r_1 + \Delta r_2 + \Delta r_3 + \Delta r_4 + \Delta r_5}{5}$$

$$\Delta r_1 = r_{\text{сер}} - r_1,$$

$$\Delta r_2 = r_{\text{сер}} - r_2,$$

$$\Delta r_3 = r_{\text{сер}} - r_3,$$

$$\Delta r_4 = r_{\text{сер}} - r_4,$$

$$\Delta r_5 = r_{\text{сер}} - r_5$$

$$r = r_{\text{сер}} \pm \Delta r_{\text{сер}}$$

$$r = \underline{\hspace{10em}} ; \varepsilon = \underline{\hspace{10em}}$$

Контрольні питання

1. Чому не можна безпосередньо точно виміряти ЕРС джерела? Як можна підвищити точність вимірювання ЕРС джерела?
2. Яке мінімальне значення може мати напруга на клеммах джерела струму, використаного в роботі?

Лабораторна робота № 7

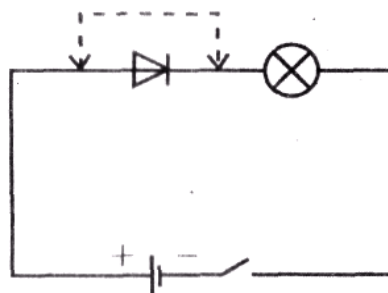
Тема. Дослідження електричного кола з напівпровідниковим діодом

Мета: дослідити, як проводить напівпровідниковий діод постійний струм.

Обладнання: напівпровідниковий діод, джерело постійного струму напругою до 4,5 В; лампочка розжарення напругою 2,5-3,5 В на підставці; вольтметр; міліамперметр; мікроамперметр; вимикач, з'єднувальні провідники.

Алгоритм виконання роботи

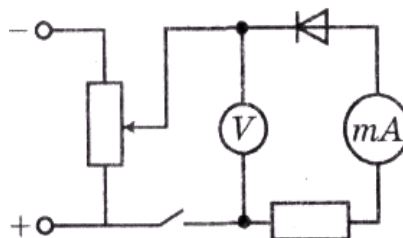
1. Складіть електричне коло за схемою, зображеною на рис. Зверніть увагу на світіння лампочки під час замикання кола. Не розмикаючи коло, закоротіть діод провідником, як показано на схемі пунктиром. Опишіть спостережуване явище.



2. Вимкніть вимикач і поверніть діод на 180°. Замкніть коло. Зверніть увагу на світіння лампочки. Замкніть діод провідником. Проаналізуйте, що змінилось у порівнянні з попереднім дослідом.

3. Зробіть висновок, звернувши увагу на те, як напівпровідниковий діод проводить постійний струм та як пов'язані між собою полярність вмикання джерела струму, напрям стрілки на корпусі діода та світіння лампочки.

4. Складіть коло для вимірювання прямого струму діода за схемою, зображеною на рис. Зверніть увагу на полярність увімкнення діода та вимірювальних приладів.



5. Замкніть ключ і, поступово збільшуючи напругу на діоді, запишіть до таблиці показання міліамперметра.

6. Змініть полярність увімкнення діода. Замість міліамперметра увімкніть мікроамперметр. Поступово збільшуючи напругу на діоді, запишіть до таблиці показання зворотного струму з мікроамперметра.

Таблиця

Напруга, U, В	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Прямий струм, I _{пр} , мА										
Зворотний струм I _{зв} , мА										

Контрольне питання

Які недоліки характерні для напівпровідникових діодів?

Лабораторна робота № 8

Тема. Дослідження явища електромагнітної індукції

Мета: спостерігати явище електромагнітної індукції, перевірити умови появи індукційного струму, дослідити залежність напрямку струму від напрямку силових ліній магнітного поля, перевірити справедливості правила Ленца.

Обладнання: джерело струму, гальванометр, ключ замикання, реостат, дві котушки різного діаметру, залізне осердя, з'єднувальні провідники, магнітна стрілка, два постійних магніти.

Теоретичні відомості

Електромагнітна індукція – це явище виникнення індукційного електричного струму в замкнутому контурі під час зміни магнітного потоку, що пронизує даний контур.

Спостерігати явище електромагнітної індукції можна за допомогою дуже простих дослідів з провідником та магнітом, коли залишається нерухомим магніт при зміні сили струму в контурі або рухається магніт при постійному струмі.

Отже, для збудження електричного струму в замкнутому контурі необхідно змінювати магнітний потік через цей контур. Швидкість зміни магнітного потоку через поверхню, обмежену контуром, як показали досліди М.Фарадея, визначає силу індукційного струму.

Під час зміни магнітного потоку через поверхню, обмежену контуром, в останньому виникають сторонні сили, дія яких характеризується ЕРС індукції.

Напрямок індукційного струму визначає правило Ленца, яке говорить, що індукційний струм в замкнутому контурі має такий напрям, що створюваний ним магнітний потік через площу, обмежену простором, прагне компенсувати ту зміну магнітного потоку, яка викликає даний струм.

Алгоритм виконання роботи

Дослід 1.

1. Приєднайте котушку більшого діаметра до гальванометра. Установіть стрілку гальванометра на нульову позначку.

2. Обережно та повільно введіть магніт до котушки північним полюсом. Зазначте, в який бік та на скільки поділок відхилилася стрілка гальванометра (див. рис. 1).



Рис. 1

3. Послідовно, обережно та повільно виведіть магніт із котушки. Зазначте, в який бік та на скільки поділок відхилилася стрілка гальванометра.

4. Зробіть те саме, змінивши полюс магніту на південний.

5. Тепер дуже повільно уведіть та виведіть магніт. Опишіть побачене, зобразіть у вигляді малюнків

6. За правилом Ленца визначте напрямок індукційного струму в котушці в кожному випадку.

Дослід 2.

1. Уведіть у більшу котушку залізне осердя та з'єднайте її з реостатом, ключем замикання та джерелом струму (тобто зробіть з неелектромагніт).

2. Другу котушку меншого діаметра приєднайте до гальванометра.

3. Замкніть коло. Вдягніть меншу котушку на осердя, а потім зніміть, одночасно спостерігаючи за відхиленням стрілки гальванометра (див. рис. 2).

4. Зробіть те саме, змінивши в електромагніті силу струму (перемістіть повзунок реостата).

5. Змініть напрям струму в електромагніті на протилежний (поміняйте місцями клема на джерелі струму).

6. Знову вдягніть котушку меншого діаметра на осердя, а потім зніміть. Зазначте напрямок відхилення стрілки гальванометра.

7. Опишіть побачене.

8. За правилом Ленца визначте напрямок індукційного струму в кожному випадку.

9. Зробіть висновки щодо умов виникнення індукційного струму та можливостей зміни його величини та напрямку.

Контрольні питання

1. У чому полягає практичне значення явища, яке ви спостерігали? Наведіть приклади його застосування в техніці та побуті.

2. Сформулюйте правило Ленца та опишіть послідовність дій при його застосуванні.

Лабораторна робота № 9

Тема. Виготовлення маятника й визначення періоду його коливань

Мета: виготовити нитяний маятник, дослідити залежність періоду коливань маятника від амплітуди коливань, маси кульок (чи інших тягарців) та довжини маятника.

Обладнання: дві кульки (чи інші тягарці) відомої, але різної маси; штатив з муфтою і лапкою; нитка; лінійка з міліметровими поділками; секундомір або годинник.

Алгоритм виконання роботи

1. Установіть штатив з кільцем на парті і виготовте математичний маятник (прикріпіть кульку до нитки і підвісьте її на нитці до кільця) такої довжини, щоб кулька масою m_1 знаходилася на відстані 2 см від її поверхні.
2. Виміряйте лінійкою довжину нитки l : $l = \underline{\hspace{2cm}}$.
3. Відхиліть маятник на невеликий кут і відпустіть його. Увімкніть секундомір, коли маятник перебуває в одному з крайніх положень.
4. Визначте час 20-ти коливань маятника: $N = 20$, $t = \underline{\hspace{2cm}}$.
5. Обчисліть період коливань математичного маятника за результатами досліду та за формулою періоду коливань математичного маятника:

$$T_{\text{досл}} = \frac{t}{N}$$

$$T_{\text{обч}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

6. Результати вимірювань і обчислень занесіть до таблиці 1.

Таблиця 1

Номер досліду	l , м	N	t, с	$T_{\text{досл.}}$, с	$T_{\text{обч.}}$, с
Для кульки масою, кг $m_1 =$		20			
Для кульки масою, кг $m_2 =$		20			

7. Не змінюючи довжини нитки l , повторіть пункти 3 – 6 порядку виконання роботи для кульки з масою m_2 :

8. Результати вимірювань і обчислень занесіть до таблиці 1.

9. Визначте період коливань маятника, не змінюючи його масу, але змінюючи довжину маятника. Дослід виконайте для двох різних довжин маятника, повторивши пункти 3 – 6 порядку виконання роботи.

10. Результати вимірювань і обчислень занесіть до таблиці 2.

Таблиця 2

Номер досліду	m , кг	N	t, с	$T_{\text{досл.}}$, с	$T_{\text{обч.}}$, с
Для нитки довжиною, м $l_1 =$		20			
Для нитки довжиною, м $l_2 =$		20			

11. Зробіть висновок щодо залежності періоду коливань математичного маятника від його маси і довжини:

Опрацювання результатів експерименту

1) Для кожного дослідження обчисліть період коливань маятника двома способами : спочатку скориставшись формулою $T_{\text{досл.}} = \frac{t}{N}$, потім – формулою Гюйгенса $T_{\text{обч.}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$. Вважайте, що число π дорівнює 3,14, а прискорення вільного падіння – $9,8 \text{ м/с}^2$.

Округліть результати обчислень до десятих і закінчіть заповнення таблиці.

Контрольні питання

1. Які рухи називаються коливальними?
2. Що називають періодом коливань? Яка його одиниця в СІ?
3. За яких умов тіло, що підвішене на нитці можна вважати математичним маятником?

Лабораторна робота № 10

Тема. Спостереження інтерференції та дифракції світла

Мета: формувати експериментальні навички: акуратність під час проведення експериментів, вміння оцінювати похибку експерименту, розвивати логічне мислення та вміння робити висновки з експерименту.

Обладнання: дві скляні пластинки, зволожена вата чи ганчірка, мильний розчин та дротяне кільце, опукла лінза великого радіуса поверхні, плоско паралельна пластинка, чорний папір в рамці з прорізом, лампа розжарення, лазер.

Теоретичні відомості

Світло – електромагнітні хвилі, і як змінне електромагнітне поле підлягає принципу суперпозиції, який стосується всіх без винятку полів, незалежно від їхньої природи. Поширюючись у просторі, вони не впливають одна на одну, але їхня дія на речовинні об'єкти проявляються як результати їхньої спільної дії на цей об'єкт. У цьому розумінні вживають термін „накладання хвиль”, у перекладі латинською він звучить як „інтерференція”.

Для одержання чіткої інтерференційної картини світла „накладатися” повинні дві так звані когерентні хвилі – однакової довжини і постійної різниці фаз. Щоб виконати ці умови найкраще „роздвоюють” світловий пучок і отримують два віртуальних джерела – відбивання світла від двох поверхонь тонких плівок (бензину, мильного розчину), тонких повітряних проміжків та ін.

Явище відхилення світла від прямолінійного поширення, потрапляння світла в геометричну тінь називають дифракцією. Причину дифракції можна пояснити на основі принципу Гюйгенса – кожна точка середовища, до якої дійшло збурення (хвиля), стає джерелом вторинних хвиль.

Алгоритм виконання роботи

При виконанні роботи потрібно дотримуватися правил техніки безпеки і строго виконувати вказівки викладача.

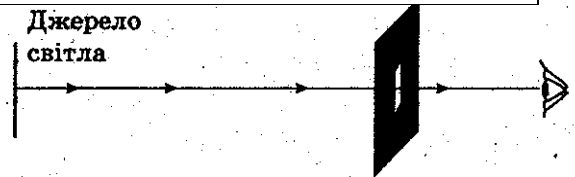
1. Протріть вологою ваткою дві скляні пластинки, стисніть їх щільно. Розгляньте пластинки у відбитому світлі на темному фоні. Виконайте досліди та заповніть таблицю.

Намалюйте інтерференційну картину	
Поясніть виникнення інтерференційної картини. Зробіть пояснювальний малюнок	
Що відбувається з інтерференційною картиною у разі зміни ступеня стиснення пластин? Чому?	

2. Видуйте мильну кульку. Заповніть таблицю.

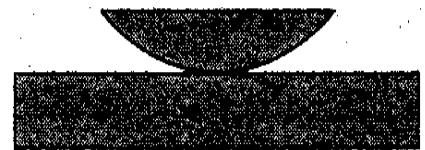
Намалюйте інтерференційну картину	
Поясніть виникнення інтерференційної картини. Зробіть пояснювальний малюнок	
Чому колір та вигляд інтерференційних полос весь час змінюється?	

3. Подивіться на нитку увімкненої лампи розжарювання, тримаючи папір на відстані 20-25 см від ока.



Намалюйте дифракційну картину	
Поясніть явище, яке ви спостерігали	
Що відбувається у разі зміни ширини щілини? Чому?	
Як зміниться дифракційна картина, якщо лампу розжарювання замінити на промінь лазера?	
Намалюйте дифракційну картину, наприклад, у червоному світлі	

Додаткове завдання. Проведіть досліди зі спостереження кілець Ньютонів, використавши збиральну лінзу та плоскопаралельну пластину (див. рис.).



Заповніть таблицю.

Намалюйте інтерференційну картину в немонохроматичному світлі	
Намалюйте інтерференційну картину в монохроматичному світлі	
Від чого та як залежить радіус інтерференційних кілець?	

Зробіть висновки з роботи.

Контрольні питання

1. Яке явище називається інтерференцією? Умови виникнення.
2. Яке явище називається дифракцією? Умови виникнення.
3. Де використовують явище інтерференції та дифракції.
4. Де ми спостерігаємо явище інтерференції та дифракції навколо нас?

Лабораторна робота № 11

Тема. Спостереження неперервного та лінійчатого спектрів речовини

Мета: Навчити учнів спостерігати й аналізувати різні види спектрів, вчити естетичному оформленню результатів роботи.

Обладнання: ПК, відеопроєктор, демонстраційний екран, прилад для засвічування спектральних трубок, лампа розжарювання на підставці, джерело живлення на 5 В, набір спектральних трубок (водень, гелій, неон, натрій), з'єднувальні провідники, спектроскоп (для I групи), призми прямого зору (для II групи), кольорові олівці.

Теоретичні відомості

Явище дисперсії використовується в науці й техніці у вигляді методу визначення складу речовини, що дістав назву спектрального аналізу. Спектральним аналізом називається метод вивчення хімічного складу речовини, заснований на дослідженні його спектрів. Одержання й аналіз спектрів відіграють велику роль в оптиці, астрономії, криміналістиці, машинобудуванні, металургії тощо.

Для одержання та дослідження спектрів використовують спектральні апарати. Найбільш прості спектральні прилади – призма та дифракційна решітка. Більш точні – спектроскоп і спектрограф. Спектроскопом називається прилад, за допомогою якого візуально досліджується спектральний склад світла, що випромінюється деяким джерелом. Якщо реєстрація спектра відбувається на фотопластинці, то прилад називається спектрографом і т.д.

Спектри випромінювання. Спектральний склад випромінювання у різних речовин досить різноманітний. Однак усі спектри поділяються на три типи: суцільний (неперервний); лінійчатий (атомний); молекулярний (смугастий).

а). Суцільний (неперервний) спектр.

Розжарені тверді й рідкі тіла та гази (за великого тиску) випускають світло, розкладання якого дає суцільний спектр, у якому спектральні кольори безперервно переходять один в одного. Характер неперервного спектра та сам факт його існування визначаються не тільки властивостями окремих випромінюючих атомів, а й взаємодією атомів один з одним. Суцільні спектри однакові для різних речовин, і тому їх не можна використовувати для визначення складу речовини.

б). Лінійчатий (атомний) спектр.

Збуджені атоми розріджених газів або пари випускають світло, розкладання якого дає лінійчатий спектр, який складається з окремих кольорових ліній. Кожний хімічний елемент має характерний для нього лінійчатий спектр. Атоми таких речовин не взаємодіють один з одним і випромінюють світло тільки певних довжин хвиль. Ізольовані атоми даного хімічного елемента випромінюють хвилі строго визначених

довжин. Це дозволяє за спектральними лініями робити висновок про хімічний склад джерела світла.

в). Молекулярний (смугастий) спектр.

Спектр молекули складається з великої кількості окремих ліній, які зливаються в смуги, чіткі з одного краю та розмиті з іншого. На відміну від лінійчатих спектрів смугасті спектри створюються не атомами, а молекулами, не зв'язаними або слабо зв'язаними одна з одною. Серії дуже близьких ліній групуються на окремих ділянках спектра та заповнюють цілі смуги.

Спектри поглинання. Спектр поглинання являє собою неперервний спектр, який перетинається темними лініями чи полосами в результаті проходження білого світла через розжарені пари або газу. Для кожного хімічного елементу його лінійчастий спектр випромінювання і його спектр поглинання мають оберненість: темні лінії поглинання в точності відповідають кольоровим лініям випромінювання.

Алгоритм виконання роботи

1. Дивлячись крізь призму прямого зору спостерігайте спектр світла, що випромінюється лампою розжарювання.
2. Проаналізуйте та намалюйте спектр, який спостерігаєте.
3. Розташуйте у пристрій для спектральних трубок трубку з воднем. Після включення пристрою трубка випромінює світло. Спостерігайте спектр цього світла та намалюйте його.
4. Аналогічне спостереження проведіть для гелію. Спостерігайте спектр та намалюйте його.
5. Аналогічне спостереження проведіть для неону. Спостерігайте спектр та намалюйте його.
6. Зробіть висновок про види спектрів, які спостерігали в кожному випадку.
7. Порівняйте результати своїх спостережень із спектрами відповідних речовин.

Контрольні питання

1. Що називають спектральним аналізом? Яке оптичне явище лежить в його основі?
2. Які прилади використовують для одержання та дослідження спектрів? Чим вони відрізняються?
3. Назвіть типи спектрів.

Перелік тем робіт фізичного практикуму

1. Дослідження руху тіла під дією сили тяжіння.
2. Дослідження механічного руху з урахуванням закону збереження енергії.
3. Вивчення одного з ізопроектів.
4. Визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідини.
5. Визначення модуля пружності речовини.
6. Визначення енергії зарядженого конденсатора.
7. Дослідження електричних кіл.
8. Визначення довжини світлової хвилі.
9. Визначення прискорення вільного падіння за допомогою маятника.
10. Вивчення будови дозиметра й складання радіологічної карти місцевості.
11. Вивчення треків заряджених частинок за готовими фотографіями.

Практична робота №1

Тема. Дослідження руху тіла під дією сили тяжіння.

Мета: виміряти початкову швидкість, надану тілу в горизонтальному напрямку, під час його руху під дією сили тяжіння.

Обладнання: штатив з муфтою і лапкою; кулька; зігнутий жолоб для пуску кульки; лінійка з міліметровими поділками, білий папір, копіювальний папір.

Теоретичні відомості.

Висота падіння кульки $h = \frac{gt^2}{2}$. Звідси $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$.

Дальність падіння $l = v_0 \cdot t$, звідки $v_0 = \frac{l}{t}$.

Після підстановки $v_0 = l \sqrt{\frac{g}{2h}}$.

$$v_{0\text{сеп}} = l_{\text{сеп}} \sqrt{\frac{g}{2h}}, \text{ де } l_{\text{сеп}} = \frac{l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5}{5}. g = 9,8 \text{ м/с}^2.$$

Алгоритм виконання роботи

1. Збираємо установку (див. мал.), причому зігнутий кінець жолоба, закріпленого на штативі, розташовуємо точно горизонтально.

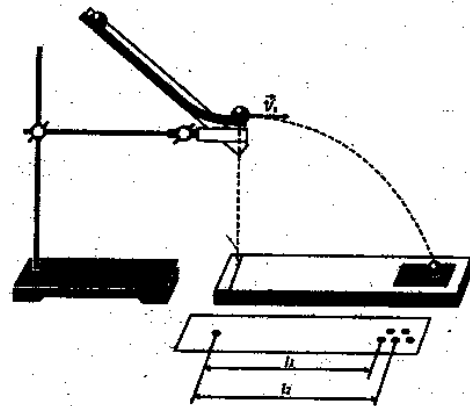
2. Білий папір накриваємо копіювальним папером і закріплюємо скотчем.

3. Виміряємо лінійкою висоту падіння кульки h . Відмічаємо на папері (дивлячись зверху вертикально вниз) край жолоба.

4. З вершини жолоба п'ять разів пускаємо кульку.

5. Знявши копіювальний папір, вимірюємо дальність польоту l .

6. Результати вимірювань і обчислень заносимо до таблиці.



№ досліджу	$h, \text{ м}$	$l, \text{ м}$	$l_{\text{сеп}}, \text{ м}$	$v_{0\text{сеп}}, \text{ м/с}$
1				
2				
3				
4				
5				

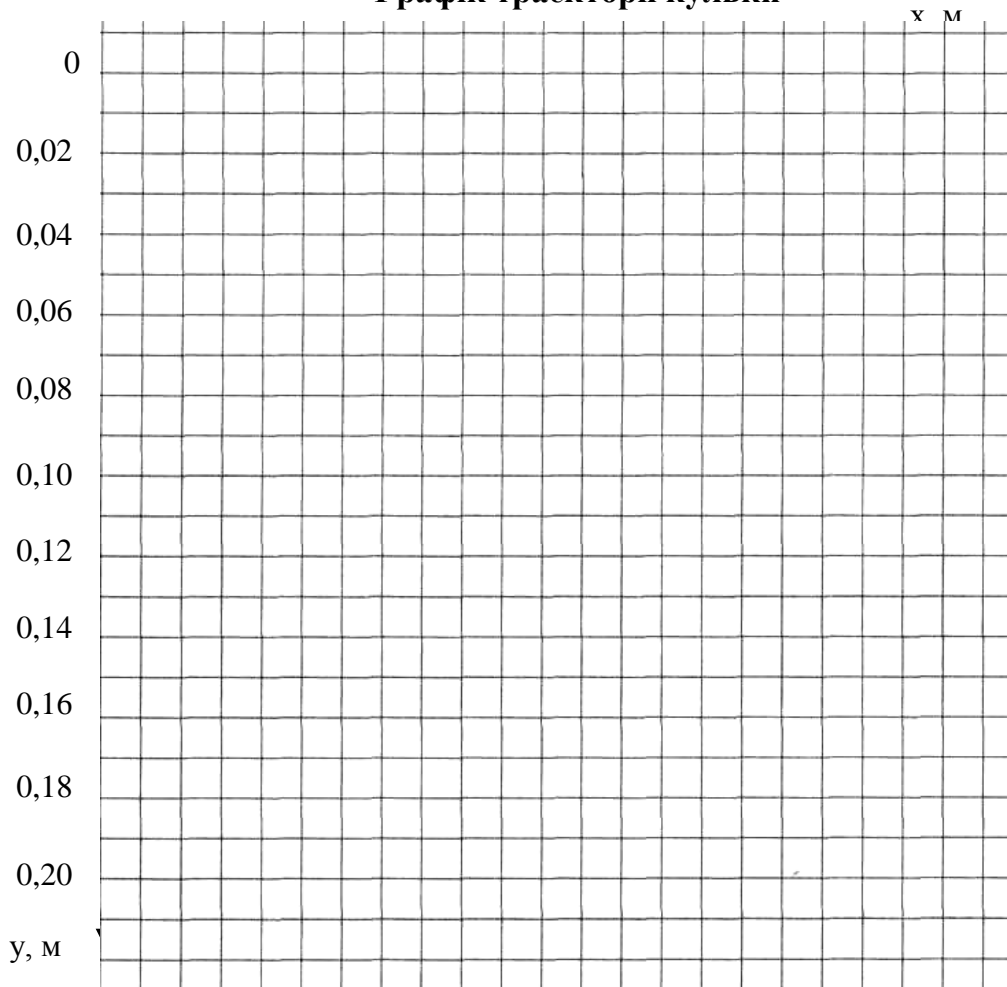
7. Побудуємо траєкторію руху кульки за її координатами:

$x = v_0 \text{ сеп} \cdot t$ і $y = \frac{gt^2}{2}$. Для побудови обчислимо координату x , починаючи з моменту часу $t = 0$ через кожні 0,05 с. Координату y обчислено й подано у таблиці.

Таблиця.

$t, \text{ с}$	0	0,05	0,1	0,15	0,2
$x, \text{ м}$	0				
$y, \text{ м}$	0	0,012	0,049	0,11	0,196

Графік траєкторії кульки



Контрольні питання

1. Тіло рухається вертикально. Який характер руху цього тіла, якщо на нього діє тільки сила тяжіння?
2. Як визначити переміщення, здійснене тілом, що падає?
3. Як знайти прискорення, з яким рухається тіло, що вільно падає без початкової швидкості? Які величини для цього необхідно виміряти?
4. За якою формулою можна визначити в будь-який момент часу швидкість тіла, що вільно падає?
5. Чому при побудові графіка $y(x)$ координату x обчислюємо, а координата y вже обчислена?

Практична робота № 2

Тема. Дослідження механічного руху з урахуванням закону збереження енергії

Мета: дослідити механічний рух тіла, порівнюючи приріст його кінетичної енергії з потенціальною енергією пружно деформованої пружини, перевірити виконання закону збереження повної механічної енергії під час руху тіла.

Обладнання: динамометр, металева кулька на нитці, два штативи із муфтами і лапками, копіювальний папір.

Теоретичні відомості

Із закону збереження механічної енергії відомо, що повна механічна енергія замкненої системи залишається незмінною, якщо в системі діють лише консервативні сили. Згідно з теоремою про кінетичну енергію робота сили, прикладеної до тіла, дорівнює зміні кінетичної енергії цього тіла. Для експериментальної перевірки цього твердження в даній роботі використовується установка, зображена на малюнку 1.

У лапці одного з штативів горизонтально закріплено динамометр. На другому штативі на такій самій висоті від поверхні стола закріплено другу лапку так, щоб на ній можна було розташувати кульку із прикріпленою до неї ниткою. Зроблена на вільному кінці нитки петля дозволяє зачепити її гачком динамометра.

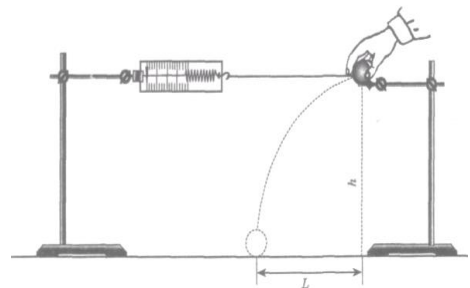
Якщо розсунути штативи й, утримуючи рукою кульку на лапці, розтягнути пружину динамометра, то відпущена потім кулька, злетівши з штатива, упаде на стіл.

Отже, в даному випадку відбувається перетворення потенціальної енергії стиснутої пружини E_n , що діє на кульку в зміну кінетичної енергії кульки E_k .

Алгоритм виконання роботи

1. У лапці одного штатива закріпіть динамометр, а на лапку другого покладіть кульку на нитці (висота знаходження лапок повинна бути однаковою – 40-50 см). Висоту h виміряйте лінійкою і зафіксуйте в таблиці.

2. Причепіть нитку кульки до гачка динамометра і розташуйте штативи на відстані один від одного так, щоб динамометр натягнувся з силою 3-4 Н (між ними покладіть шматок копіювального паперу, а зверху чистий лист паперу).



3. Виміряйте лінійкою видовження пружини динамометра: x [м]. Пружина динамометра при цьому отримує потенціальну енергію, яку можна розрахувати за формулою: $E_n = \frac{kx^2}{2} = \frac{Fx}{2}$ [Дж] (1)

4. Відпустіть кульку і зафіксуйте місце її падіння на чистий лист. Виміряйте відстань за допомогою лінійки.

5. Зробіть дослід декілька разів та знайдіть середнє значення відстані падіння кульки: L_1 [м]; L_2 [м]; L_3 [м]; L_4 [м]; L_5 [м];

$$L_{\text{сер.}} = \frac{L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5}{5} \text{ [м]} \quad (2)$$

6. Під час руху потенційна енергія пружини переходить у кінетичну енергію кульки: $E_k = E_n$

7. Вагу кульки виміряйте динамометром та обчисліть її масу:

$$m = \frac{P}{g} \text{ [кг]}. \quad (3)$$

8. Швидкість кульки, яку вона мала на початку руху знайдіть за формулою:

$$v = L_{\text{пад}} \sqrt{\frac{g}{2h}} \text{ [м/с]}. \quad (4)$$

9. Обчисліть кінетичну енергію кульки: $A_e = \frac{mv^2}{2}$ [Дж] (5)

10. Результати вимірювань та обчислень занесіть до таблиці.

Сила пружності F , Н	Видовження пружини x , м	Відстань $L_{\text{сер.}}$, м	Висота h , м	Маса m , кг	Швидкість v , м/с	Кінетична енергія E_k , Дж	Потенціальна енергія E_n , Дж

11. Здійснюємо обробку результатів вимірювань за формулами (1)-(5) і заносимо в таблицю отримані значення.

12. Порівняйте отримані значення кінетичної та потенціальної енергії та зробіть висновки щодо виконання закону збереження механічної енергії в цій лабораторній роботі.

Контрольні питання

1. Як напрямлена швидкість руху кульки в момент її відриву від лапки штатива?
2. Чи отримали ви однакові значення енергії? Чому?
3. За яких умов виконується закон збереження механічної енергії?

Практична робота №3

Тема. Вивчення одного з ізопроцесів

Мета: дослідити залежність об'єму газу від абсолютної температури; експериментально перевірити справедливість закону Гей-Люссака для ізобарного процесу.

Обладнання: барометр; термометр; склянка з холодною водою; високий циліндр із гарячою водою; довга скляна трубка, закрита з одного кінця; лінійка; пластилін.

Алгоритм виконання роботи

1. Виміряйте барометром атмосферний тиск у кабінеті. Під час виконання роботи перевіряйте його значення. Отримані результати будуть більш точними, якщо зміни тиску будуть не значними.

$$p = \text{_____ мм рт. ст.} = \text{_____ Па}$$

2. Щоб перевірити газовий закон для ізобарного процесу, треба виміряти об'єм повітря, що займає скляну трубку, у двох станах за різних температур і

знайти співвідношення: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \text{const}$

3. Об'єм повітря дорівнює добутку висоти його стовпчика в трубці і площі поперечного перерізу трубки, яка під час досліду не змінюється:

$$V = SL.$$

Тому співвідношення об'ємів можна замінити

співвідношенням висот стовпчиків: $\frac{l_1}{l_2} = \frac{T_1}{T_2}$.

4. Виміряйте лінійкою довжину скляної трубки.

$$l_1 = \text{_____ м}$$

5. У циліндр із гарячою водою опустіть термометр і скляну трубку відкритим кінцем догори (рис. 1). Потримайте її в циліндрі 1-2 хв. Виміряйте температуру гарячої води.

$$T_1 = \text{_____ } ^\circ\text{C} = \text{_____ K.}$$

6. Відкритий кінець трубки обережно заліп'ть пластиліном. Після цього вийміть трубку та швидко опустіть її в склянку з холодною водою заліпленим кінцем донизу (рис. 2).

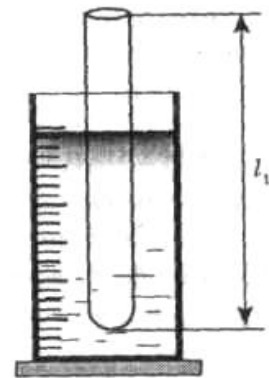


Рис. 1

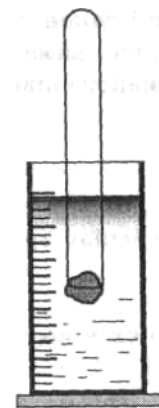


Рис. 2

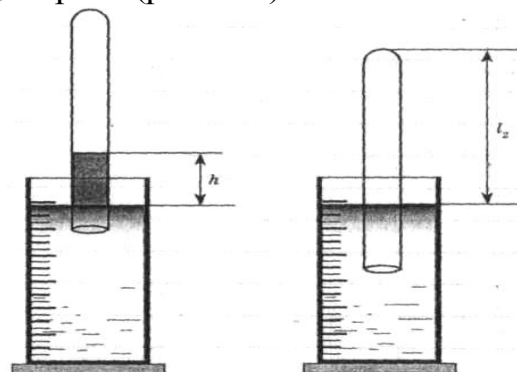


Рис. 3

7. Помістіть термометр у склянку з холодною водою. Обережно зніміть під водою пластин з кінця трубки. Почекайте 1-2 хв. Виміняйте температуру холодної води.

$$T_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ } ^\circ\text{C} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ } K.$$

8. Після охолодження повітря вода підніметься по трубці на деяку висоту. Щоб тиск повітря в трубці зрівнявся з атмосферним, занурюйте трубку доти, поки рівні води в трубці та склянці не зрівняються (рис. 3). Виміряйте висоту стовпчика повітря в трубці.

$$l_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ } \text{м}$$

9. Обчисліть співвідношення температур і висот:

$$\frac{l_1}{l_2} = \underline{\hspace{2cm}}; \quad \frac{T_1}{T_2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

10. Результати вимірювань та обчислень занесіть до таблиці.

$l_1, \text{ м}$	$l_2, \text{ м}$	$T_1, \text{ К}$	$T_2, \text{ К}$	$\frac{l_1}{l_2}$	$\frac{T_1}{T_2}$

11. Порівняйте отримані співвідношення температур і висот стовпчиків. Зробіть висновки щодо виконання закону Гей-Люссака для ізобарного процесу та точності ваших вимірювань.

Контрольні питання

1. Побудуйте графік ізобарного процесу в координатах p, V та p, T .
2. Як пояснити проникнення води до трубки під час її занурення в холодну воду?
3. Спираючись на газові закони, поясніть, у який час доби вітер дме з моря на сушу (морський бриз), а який – з суші на море (береговий бриз).

Практична робота №4

Тема. Визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідини

Мета: навчитися визначати поверхневий натяг води методом відривання крапель і піднімання рідини в капілярі.

Обладнання: терези лабораторні з набором тягарців, штангенциркуль; клинець мірний; лінійка мірна з міліметровими поділками; колба конічна; склянка низька; лійка конусоподібна з короткою шийкою; трубка гумова з краном і скляним наконечником діаметром 1,5-3 мм; штатив для фронтальних робіт; вода дистильована.

Алгоритм виконання роботи

Дослід 1. Вимірювання поверхневого натягу води способом відривання крапель

1. Складіть установку так, як зображено на рисунку.

2. За допомогою мірного клинця і штангенциркуля виміряйте внутрішній діаметр D скляної трубки-наконечника 3 (див. рис.): D .

3. Виміряйте масу порожньої склянки з точністю до 0,01 г: m_1 .

4. Закрийте кран 2 і налейте в лійку 1 дистильовану воду. Підставте під трубку колбу і, поступово відкриваючи кран, добийтесь, щоб вода з трубки капала окремими краплями з частотою 30-40 крапель за хвилину. У цьому разі можна вважати, що краплі відриваються тільки під дією сили тяжіння.

5. Підставте під трубку порожню склянку і, відлічивши 80 – 100 крапель, відсуньте її: n .

Вдруге зважте склянку m_2 і обчисліть масу m води, що вилася.

$$m = m_2 - m_1.$$

7. Обчисліть поверхневий натяг σ води за формулою: $\sigma = \frac{m \cdot g}{n \cdot \pi \cdot D}$, де

m — маса води, яка вилася;

g — прискорення вільного падіння;

n — кількість крапель води;

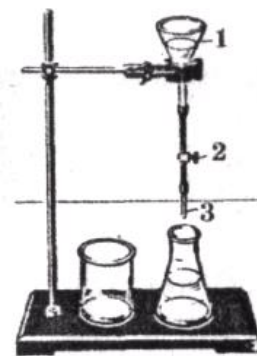
D — внутрішній діаметр скляної трубки-наконечника.

8. Результати вимірювань і обчислень занесіть до таблиці 1.

Таблиця 1

$D, м$	n	$m_1, кг$	$m_2, кг$	$m, кг$	$\sigma, Н/м$	ε	$\Delta\sigma$

9. Обчисліть відносну і абсолютну похибки вимірювань за формулами:



$\varepsilon = \frac{\Delta\sigma}{\sigma} = \frac{\Delta D}{D} + \frac{\Delta m}{m}$, де ΔD і Δm – абсолютні похибки вимірювань (взяти рівними половині ціни поділки вимірювальних приладів).

Дослід 2. Вимірювання поверхневого натягу води способом піднімання рідини в капілярі.

1. Виміряйте діаметр D капіляра.
2. Опустіть капіляр у воду (див мал.) і виміряйте висоту її піднімання h у капілярі.
3. Обчисліть поверхневий натяг води за формулою:

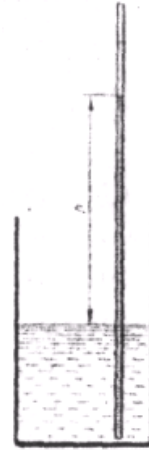
$$\sigma = \frac{\rho g h D}{4},$$

де ρ – густина води;

g – прискорення вільного падіння;

h – висота піднімання рідини в капілярі;

D – діаметр капіляра.



4. Результати вимірювань і обчислень занесіть до таблиці 2.

Таблиця 2

$\rho, \text{кг/м}^3$	$h, \text{м}$	$D, \text{м}$	$\sigma, \text{Н/м}$

Зробіть *висновок* за результатами двох дослідів. Порівняйте значення σ , отримані різними методами. Зазначте причини, що вплинули на точність результату.

Практична робота №5

Тема. Визначення модуля пружності речовини

Мета: експериментально дослідити деформацію розтягу, переконатися на досліді в справедливості закону Гука, визначити модуль пружності гуми.

Обладнання: штатив з муфтою і затискачем; гумова смужка завдовжки 20-30 см з дротяною петлею на кінці (або з гачком); набір тягарців масою по 100 г з гачками; лінійка дерев'яна з поділками; штангенциркуль (або мікрометр).

Теоретичні відомості

Деформація розтягу характеризується абсолютним (Δl) і відносним видовженням (ε): $\Delta l = l - l_0$; (1)

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}; \quad (2),$$

де l - довжина тіла після розтягу; l_0 - довжина тіла до розтягу.

Розрахункова формула для гумової смужки прямокутного перерізу така:

$$E = \frac{mg \cdot l_0}{a \cdot b \cdot \Delta l}, \quad (3),$$

де a – ширина перерізу гумової смужки; b - довжина поперечного перерізу гумової смужки, m – маса гирьок підвішених до гумової смужки,

а для круглої гумової смужки $E = \frac{4mg \cdot l_0}{\pi \cdot d^2 \cdot \Delta l}$, (4)

де d - діаметр поперечного перерізу гумової смужки. Для вимірювання діаметра гумової смужки використайте штангенциркуль(мікрометр).

Алгоритм виконання роботи

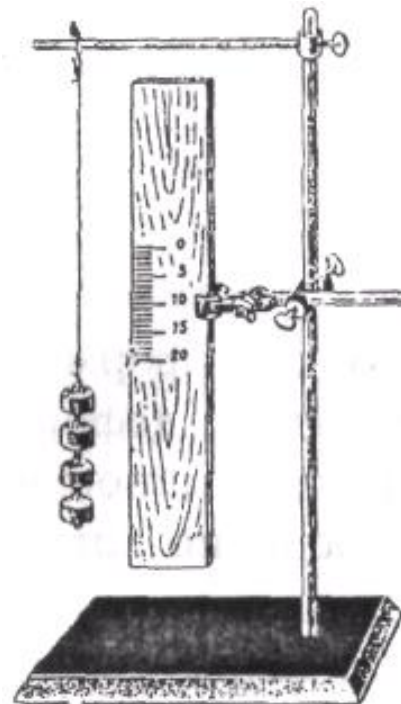
1. Скласти установку зображену на рисунку.

2. За допомогою штангенциркуля виміряти ширину a і товщину b поперечного перерізу (для зразка прямокутного перерізу) або тричі виміряти діаметр d у різних місцях гумової смужки (для зразка круглого перерізу).

3. Підвісити до гумової смужки один тягарець. Номер поділки шкали (від точки підвісу) проти показника вважати за початок відліку видовження гуми (тобто не враховуючи першого підвішеного тягарця).

4. Позначити ручкою на гумовій смужці ділянку, деформацію якої вивчатимете. Виміряти довжину позначеної ділянки (l_0).

5. Підвісити до гумової смужки ще один тягарець і виміряти довжину l досліджуваної частини гумової смужки.



6. Визначити абсолютне видовження $\Delta l = l - l_0$ гуми та відношення абсолютного видовження Δl до деформуючої сили F для кожного навантаження.

7. Знайти за формулою (3) або (4) модуль Юнга. Результати вимірювань та обчислень записати до таблиці.

8. Дослід повторіть ще 2 рази, підвішуючи за кожним разом ще по одній гирьці.

Номер посліду	Величина Наванта- ження $F = mg, \text{ Н}$	Площа попереч- ного перерізу $S, \text{ м}^2$	$l_0, \text{ м}$	$l, \text{ м}$	Видов- ження $\Delta l, \text{ м}$	Відношення видовження до навантаження $\frac{\Delta l}{F}, \text{ м/Н}$	Модуль Юнга $E, \text{ Н/м}^2$
1.							
2.							
3.							

Оцінка точності проведеного вимірювання

1. Відносна похибка ε :

а) якщо поперечний переріз смужки – прямокутник, то

$$\varepsilon_E = \frac{\Delta F}{F} + \frac{\Delta l_0}{l_0} + \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta(\Delta l)}{\Delta l}, \text{ де } \Delta F, \Delta l_0, \Delta a, \Delta b, \Delta(\Delta l) - \text{ абсолютні}$$

похибки вимірювань (візьміть значення половини ціни поділки шкали приладу яким вимірювали);

б) якщо поперечний переріз смужки – круг радіусом $R = \frac{d}{2}$,

$$\text{то } \varepsilon_E = \frac{\Delta F}{F} + \frac{\Delta l_0}{l_0} + 2 \frac{\Delta R}{R} + \frac{\Delta(\Delta l)}{\Delta l}$$

2. Абсолютна похибка $\Delta E = \varepsilon_E \cdot E_{\text{сер}}$, де $E_{\text{сер}} = \frac{E_1 + E_2 + E_3}{3}$

Отже, $E = E_{\text{сер}} \pm \Delta E$

Контрольне питання

Якщо для дослідів взяти гумову смужку з більшим поперечним перерізом, то чи зміниться значення модуля пружності? А якщо смужка буде довша?

Практична робота №6

Тема. Визначення енергії зарядженого конденсатора

Мета: встановити якісний зв'язок між енергією електричного поля зарядженого конденсатора і роботою електричного струму при розрядці конденсатора.

Обладнання: конденсатор електролітичний ємністю 1000 мкФ; мікроамперметр на 100 мкА; резистор опором 100 кОм; секундомір; джерело електроживлення, перемикач однополюсний; вольтметр.

Алгоритм виконання роботи

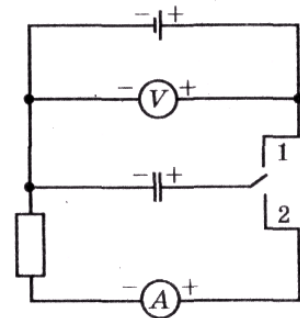
1. Складіть електричне коло за схемою, зображеною на рисунку.

2. Поставте перемикач у положення 1 та зарядіть конденсатор до напруги 10 В: U.

3. Поставте перемикач у положення 2. При цьому заряджений конденсатор буде з'єднаним послідовно з резистором і мікроамперметром.

4. Одночасно із замиканням кола запусніть секундомір і запишіть показання мікроамперметра, а у подальшому записуйте показання амперметра через кожні 20 с протягом 8-9 хвилин.

5. Результати вимірювань занесіть до таблиці 1.



Номер досліду	t, c	I, A	$I_{сер}, A$	$\Delta t, c$	$\Delta A, Дж$	$W_{вук}, Дж$
1	I					
2						
3						
4						
5						
6	II					
7						
8						
9						
10						
11	III					
12						
13						
14						
15						
16	IV					
17						
18						
19						
20						
21	V					
22						
23						
24						
25						

6. Обчисліть середнє значення сили струму $I_{\text{сеп}}$ для кожного із виділених у таблиці 1 проміжків часу. Для цього знайдіть напівдодаток початкового і кінцевого значень:

$$I_{I \text{ сеп}} = \frac{I_5 - I_1}{2} =$$

$$I_{II \text{ сеп}} = \frac{I_{10} - I_6}{2} =$$

$$I_{III \text{ сеп}} = \frac{I_{15} - I_{11}}{2} =$$

$$I_{IV \text{ сеп}} = \frac{I_{20} - I_{16}}{2} =$$

$$I_{V \text{ сеп}} = \frac{I_{25} - I_{21}}{2} =$$

Результати обчислень занесіть до таблиці 1.

7. Обчисліть значення роботи електричного струму ΔA за кожний проміжок часу Δt за формулою $\Delta A = I_{\text{сеп}}^2 \cdot R \cdot \Delta t$, де R - опір резистора, написаний на його корпусі:

$$R = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$\Delta A_I = I_{I \text{ сеп}}^2 \cdot R \cdot \Delta t_I =$$

$$\Delta A_{II} = I_{II \text{ сеп}}^2 \cdot R \cdot \Delta t_{II} =$$

$$\Delta A_{III} = I_{III \text{ сеп}}^2 \cdot R \cdot \Delta t_{III} =$$

$$\Delta A_{IV} = I_{IV \text{ сеп}}^2 \cdot R \cdot \Delta t_{IV} =$$

$$\Delta A_V = I_{V \text{ сеп}}^2 \cdot R \cdot \Delta t_V =$$

Результати обчислень занесіть до таблиці 1.

8. Обчисліть роботу електричного струму за 8-9 хвилин як додаток робіт за всі проміжки часу:

$$W_{\text{вук}} = A = \Delta A_I + \Delta A_{II} + \Delta A_{III} + \Delta A_{IV} + \Delta A_V.$$

9. Беручи до уваги, що робота, виконана електричним струмом A , дорівнює виконаній енергії $W_{\text{вук}}$, запишіть обчислене значення енергії у таблиці 1 і 2.

$$A = W_{\text{вук}} = \underline{\hspace{10cm}}$$

10. Обчисліть значення енергії $W_{обч}$ електричного поля конденсатора за напругою між обкладками конденсатора U і його електроємністю C за формулою

$$W_{обч} = \frac{CU^2}{2}$$

11. Результати вимірювань і обчислень занесіть до таблиці 2.

Таблиця 2

U, B	C, Φ	$W_{обч}, Дж$	$W_{вик}, Дж$	$\varepsilon_w, \%$	$\Delta W, Дж$

12. Визначте відносну похибку вимірювань і обчислень за формулою

$$\varepsilon_w = \left| 1 - \frac{W_{вик}}{W_{обч}} \right| \cdot 100\% =$$

Контрольне питання

Який заряд конденсатора у вашій практичній роботі?

Практична робота №7

Тема. Дослідження електричних кіл

Мета: навчитись досліджувати електричне коло, знаючи закон Ома для ділянки кола та повного кола.

Обладнання: гальванічний елемент або батарея гальванічних елементів; амперметр лабораторний; вольтметр лабораторний; реостат повзунковий; вимикач; з'єднувальні провідники.

Теоретичні відомості

Згідно із законом Ома для ділянки кола та повного кола, напруга на зовнішньому опорі прямо пропорційна силі струму в ньому:

$$U = IR = \varepsilon - Ir,$$

де ε – ЕРС джерела,

I – сила струму,

r – внутрішній опір,

R – зовнішній опір,

U – напруга на зовнішньому опорі.

Графік цієї залежності зображено на мал. 1. При силі струму $I = 0$ напруга максимальна і дорівнює ЕРС $U_{\max} = \varepsilon$. (1).

Якщо ж сила струму дорівнює силі струму короткого замикання $I_{\text{к.з}} = \frac{\varepsilon}{r}$, то напруга дорівнює нулю. Знайшовши за графіком силу струму короткого замикання, можна обчислити внутрішній опір джерела:

$$r = \frac{\varepsilon}{I_{\text{к.з}}} = \frac{\varepsilon}{I_{\max}}. \quad (2)$$

Потужність, яка виділяється в зовнішньому колі: $P = I^2 R$.

Сила струму

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r},$$

тому потужність

$$P = \frac{\varepsilon^2 R}{(R + r)^2}. \quad (3)$$

Коефіцієнт корисної дії кола

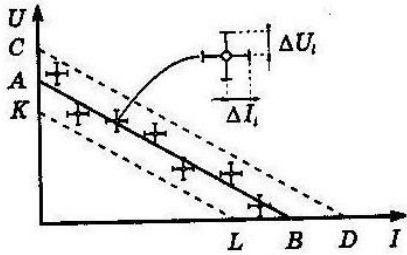
$$\eta = \frac{A_k}{A_z}.$$

Корисна робота дорівнює роботі сили струму на зовнішньому опорі $A_k = UI\Delta t$. Затрачена робота дорівнює роботі джерела струму: $A_z = \varepsilon I\Delta t$.

Таким чином, ККД дорівнює $\eta = \frac{UI\Delta t}{\varepsilon I\Delta t} = \frac{U}{\varepsilon}$ (4)

Але $U = IR$, а $\varepsilon = I(R + r)$, тому $\eta = \frac{R}{R + r} \cdot 100\%$ (5).

Методи обчислення похибок вимірювань



Мал. 2

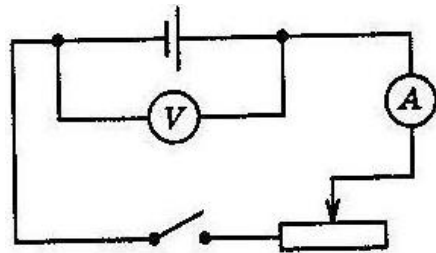
Для обчислення похибок вимірювань від кожної точки, яку використовують для побудови графіка залежності напруги на зовнішньому опорі від сили струму в ньому $U(I)$ відкладають відрізки, які дорівнюють абсолютним похибкам вимірювання сили струму та напруги, як показано на мал. 2.

Потім проводять дві паралельні прямі CD і KL так, щоб точки, одержані для побудови графіків, лежали між ними з врахуванням похибок. Відрізки CK і LD ділять на дві рівні частини і проводять пряму AB , яка і є графіком залежності напруги від сили струму. Відрізки $AC = AK$ дорівнюють абсолютній похибці вимірювань $EPC \Delta \mathcal{E}$, а відрізки $LB = BD$ – силі струму ΔI . Відповідно до формули (2), відносна похибка вимірювання внутрішнього опору джерела струму дорівнює $\varepsilon_r = \frac{\Delta \mathcal{E}}{\mathcal{E}} + \frac{\Delta I}{I_{\max}}$.

З іншого боку, відносна похибка $\varepsilon_r = \frac{\Delta r}{r}$, тому звідси $\Delta r = \varepsilon_r \cdot r$.

Алгоритм виконання роботи

1. Складіть електричне коло за схемою:



2. Замкніть вимикач і, пересуваючи повзунок реостата, встановіть максимальну силу струму, на яку розраховану реостат і яку дозволяє виміряти амперметр.

3. Збільшуючи опір реостата, зменшуйте силу струму в колі, записуючи покази амперметра і вольтметра в таблицю.

4. Побудуйте графік залежності напруги на зовнішньому опорі від сили струму в ньому. Візьміть абсолютні похибки сили струму та напруги за половини їх ціни поділки відповідних приладів.

5. За графіком знайдіть EPC джерела та абсолютну похибку її вимірювання. Результати внесіть у таблицю.

6. За формулою (2), знайшовши за графіком силу струму короткого замикання, обчисліть внутрішній опір джерела струму та похибки його вимірювання за формулами (6) і (7). Результати запишіть у таблицю.

7. Запишіть результати вимірювання EPC та внутрішнього опору джерела струму у вигляді:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{вим}} \pm \Delta U, \quad r = r_{\text{вим}} \pm \Delta r$$

№ з/п	I, А	ΔI , А	U, В	ΔU , В	R, Ом	ϵ , В	I_{\max} , А	P, Вт	η , %	$r_{\text{вим}}$
1.										
2.										
3.										
4.										
5.										
6.										
7.										
8.										
9.										
10.										

8. За законом Ома обчисліть для кожного випадку зовнішній опір, потужність та ККД від зовнішнього опору. Результати запишіть у таблицю.

9. Побудуйте графік залежності потужності та ККД від зовнішнього опору.

Контрольне питання

При якому значенні зовнішнього опору потужність буде максимальна?

Практична робота №8

Тема. Вимірювання довжини світлової хвилі за допомогою дифракційної решітки

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

Обладнання: електрична лампочка (одна на групу); прилад для визначення довжини світлової хвилі; дифракційна решітка.

Теоретичні відомості

Користуючись явищем дифракції світла, можна виміряти довжину світлової хвилі. Для цього застосовують дифракційну решітку, яка являє собою сукупність великого числа однаково віддалених, дуже вузьких, близьких одна до одної паралельних щілин, утворених тим чи іншим способом на поверхні скляної пластинки.

Позначаючи ширину кожної щілини a , ширину непрозорого проміжку b , матимемо $d = a + b$. Величину d називають періодом, або сталою дифракційної решітки. Сталу d позначено звичайно на тій самій скляній пластинці, на якій нанесено дифракційну решітку.

Довжина хвилі обчислюється за формулою: $\lambda = \frac{d \cdot \sin \varphi}{k}$ (1),

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

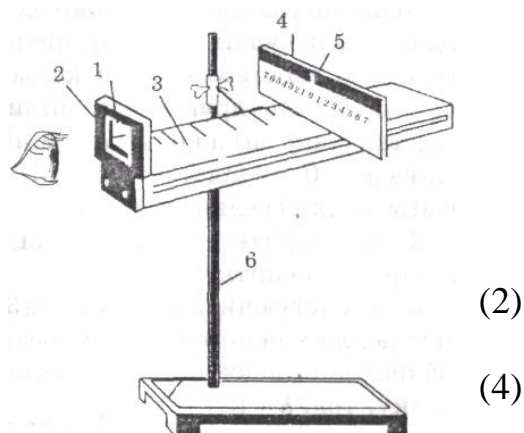
Оскільки кути, під якими спостерігається максимум 1-го, 2-го порядків не перевищують то замість синусів кутів можна брати їхні тангенси. ($\text{tg } \varphi \approx \sin \varphi$)

З рисунку видно, що $\text{tg } \varphi = \frac{b}{a}$, (2), тому $\lambda = \frac{db}{ka}$ (3)

Відстань a відраховують від решітки до екрана, відстань b – по шкалі екрана від щілини до вибраної лінії спектра.

Опис приладу

У роботі для визначення довжини світлової хвилі використовується дифракційна решітка (1) з відомим періодом d . Вона встановлена в тримачі прикріпленому до кінця лінійки (3). На лінійці розташовується чорний екран з вузькою вертикальною щілиною (5) посередині. На екрані і лінійці є міліметрові поділки. Вся установка закріплена на штативі (6) (рис. 2). Якщо дивитись крізь решітку і проріз (5) на джерело світла – лампу розжарення, то на чорному фоні екрана можна



спостерігати по обидва боки від щілини дифракційні спектри 1-го, 2-го і більш високих порядків.

Алгоритм виконання роботи

1. Поставте дифракційну решітку на нульовій поділці оптичної лави так, щоб риски решітки були розміщені вертикально, а її площина лежала перпендикулярно до напрямку оптичної лави. Ззаду щілини встановіть електричну лампочку.

Лампочка, щілина і решітка мають бути на одному рівні. Ввімкніть лампочку і розглядайте крізь дифракційну решітку джерело світла (щілину) та дифракційні спектри, що з'явилися по обидва боки від щілини. Невеликим поворотом навколо вертикальної осі добийтеся розміщення дифракційних спектрів справа і зліва від щілини приблизно на однакових відстанях.

Якщо спектр нахилений до шкали, це означає, що риски дифракційної решітки не вертикальні. Повернувши їх на деякий кут, усуньте переки. Пересуваючи щілину то далі, то ближче до лампи, добийтеся такого положення, коли одна з кольорових ліній опиниться на поділці шкали. Нехай середина спостережуваної кольорової лінії буде на поділці шкали b_1 . По другий бік щілини має бути на тій самій відстані така сама кольорова лінія. Якщо при цьому справа і зліва від 0 ці відстані будуть трохи відрізнятися (b_1 і b_2), візьміть їх середнє значення.

2. Виміряйте і запишіть відстань від екрана до дифракційної решітки.

3. Користуючись формулою (3), обчисліть довжину хвилі світла для трьох кольорів; результати занесіть до таблиці. Обчислення довжини хвилі виконайте для спектра 1-го порядку, тоді $k=1$.

Колір	Стала решітки	Відстань від екрана до решітки, a , м	Відстань від нульового до n -го порядку спектра			Довжина хвилі λ , м
			b_1 зліва, м	b_2 справа, м	$b_{сер.}$ м	
Фіолетовий						
Синій						
Блакитний						
Зелений						
Жовтий						
Оранжевий						
Червоний						

Оцінка точності результату

$$\text{Відносна похибка } \varepsilon = \left| \frac{\lambda_{вимір} - \lambda_{табл}}{\lambda_{табл}} \right| \cdot 100\%$$

Контрольні питання

1. Які промені дифракційного спектра відхиляються від початкового напрямку поширення на більший кут?

2. Як впливає зміна періоду дифракційної решітки на кут відхилення світлових променів?

Практична робота №9

Тема. Визначення прискорення вільного падіння за допомогою маятника

Мета: визначити прискорення сили тяжіння в даному місці Землі за допомогою маятника.

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

Теоретичні відомості

Якщо маятник вивести з рівноваги, виникає сила, яка намагається повернути його в попереднє стійке положення рівноваги D (рис. 1). Ця сила F є рівнодійною двох сил: натягу нитки T і ваги P , напрямлених під кутом одна до одної.

Під дією сили F маятник повертається до положення рівноваги, проходить його внаслідок інерції і переходить на другий бік. Далі цей процес повторюється.

Найбільше зміщення маятника від положення рівноваги називається амплітудою коливання. Час повного коливання маятника називається періодом коливання. Теорія дає таку формулу для періоду коливання:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}, \quad (1)$$

де T - період коливання,

l - довжина маятника,

g - прискорення вільного падіння.

З формули (1) можна визначити g :

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}. \quad (2)$$

Довжину маятника можна виміряти безпосередньо, а період коливань обчислити за формулою: $T = \frac{t}{N}$, (3),

де N – число коливань за час t .

$$\text{Тоді } g = \frac{4\pi^2 l \cdot N^2}{t^2} \quad (4)$$

Опис приладу

Маятником служить важка металева куля, підвішена на нитку, яка прив'язана до кільця штативу (рис. 2). Довжина маятника l у даному випадку складається з довжин нитки l_1 , вимірної допомогою лінійки, радіуса кулі R , виміряного за

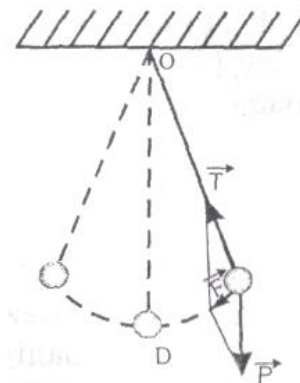


Рис.1

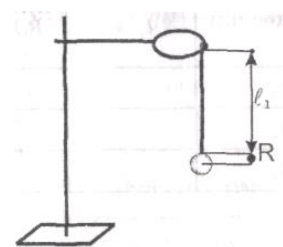


Рис.2

за

допомогою штангенциркуля або іншим способом.

$$\text{Тоді: } l = l_1 + R \quad (5)$$

Якщо підставити це значення довжини маятника l у формулу (4), для визначення прискорення g дістанемо таку розрахункову формулу:

$$g = \frac{4\pi^2 N^2 (l_1 + R)}{t^2} \quad (6)$$

Алгоритм виконання роботи

1. Зберіть установку згідно з описом приладу (рис. 2).
2. Визначте довжину нитки маятника l_1 за допомогою довгої лінійки, а радіус кулі R – за допомогою штангенциркуля.
3. Відхиляємо маятник на невеликий кут (5 -8 см від положення рівноваги), і відпускаємо його. Якщо коливання відбуваються в одній площині, то, пропустивши декілька коливань, увімкніть секундомір, до того ж саме тоді, коли маятник проходить положення рівноваги. При цьому нитка і око мають бути на одній прямій, перпендикулярній до площини коливання маятника.
4. Відрахувавши $N = 20$ коливань, зупиніть секундомір і визначте час, протягом якого спостерігаєте коливання.
5. Змініть довжину нитки і повторіть дослід двічі.
6. За формулою (6) обчисліть прискорення вільного падіння.
7. Результати вимірювань і обчислень запишіть у таблицю.

№ з/п	Довжина маятника l_1 , м	Радіус кулі R , м	Час, N коливань t , с	Період коливань T , с ⁻¹	Прискорення вільного падіння g , м/с ²	$g_{сер}$ м/с ²
1.						
2.						
3.						

Оцінка точності результату

1. Знайдіть абсолютну похибку вимірювань.

Виберіть із таблиці значення інструментальних похибок:

$$\Delta_i t = 1\text{с}; \quad \Delta_i l = 1\text{мм.}$$

Похибки відліку приладів:

$$\Delta_{\text{відлік}t} = 0,2\text{с}; \quad \Delta_{\text{відлік}l} = 0,5\text{мм.}$$

$$\text{Тоді } \Delta t = \Delta_i t + \Delta_{\text{відлік}t}; \quad \Delta l = \Delta_i l + \Delta_{\text{відлік}l}$$

2. Знайдіть відносну похибку: $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} + 2 \cdot \frac{\Delta t}{t}$,

де l і t – отримані в ході експерименту значення (одне з них).

3. Знайдіть абсолютну похибку: $\Delta g = g_{\text{розраховане}} \cdot \varepsilon$.

Запишіть результат у вигляді: $g = g_{\text{розраховане}} \pm \Delta g$

Контрольні питання

1. Що називають прискоренням вільного падіння? Чи є прискорення вільного падіння фізичною константою?

2. Що називають нитяним маятником?

3. У якому випадку період коливань нитяного маятника можна розрахувати за формулою $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$? Яку назву має ця формула?

4. Як знайти час T одного коливання маятника, якщо за час t маятник здійснює N коливань?

5. Як зміниться період коливань маятника, якщо його перенести з повітря у воду?

Практична робота №10

Тема. Вивчення будови дозиметра і складання радіологічної карти місцевості

Мета роботи: вивчити будову дозиметра і скласти радіологічну карту своєї місцевості.

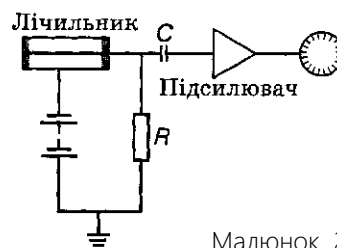
Обладнання: дозиметр АНРИ-01-02 "Сосна".

Теоретичні відомості

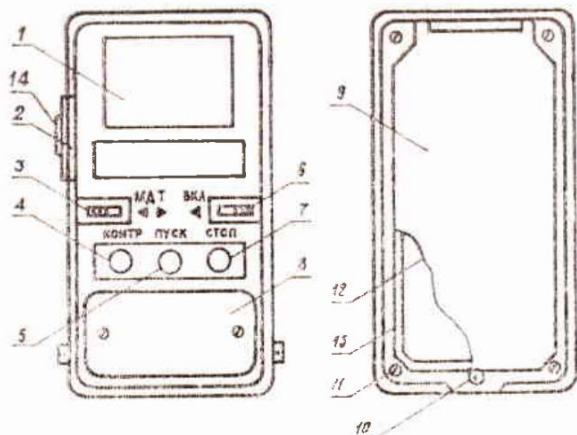
В основі роботи дозиметра – радіометра АНРИ-01-02 "Сосна" використано лічильник Гейгера-Мюллера. Лічильник складається з металевої тонкостінної трубки, яка служить катодом (мал. 1), анодом є тонка металева нитка, протягнута вздовж осі трубки і до них прикладена значна різниця потенціалів. Трубка звичайно заповнена інертним газом під зниженим тиском.

При роботі приладу перетворювач напруги подає через струмообмежувач R-С ланцюжок на анод газорозрядного лічильника напругу до 400 В. При попаданні в лічильник іонізуючих частинок утворюється іон атома інертного газу і на опорі R появляється імпульс струму. Ці імпульси підраховуються і результати подаються на рідкокристалічний екран-індикатор (позн. 1, мал. 2). При встановленні перемикача режимів роботи (позн. 3, мал. 2) в положення "МД" у приладі працює внутрішній таймер, який здійснює рахунок кількості імпульсів протягом певного часу (звично біля 20 с).

В приладі передбачено сигналізація про зниження напруги джерела живлення і також режим роботи "Пошук" для грубої оцінки радіаційної обстановки по частоті послідовності звукових сигналів (позначка 3 в положенні "Т", мал. 2); режим вимірювання експозиційної потужності дози, режим вимірювання густини потоку β -випромінювання з забруднених поверхонь та режим оцінки об'ємної активності радіонуклідів в рідинах.



Малюнок 2



Малюнок 3

- Цифрове рідкокристалічне табло
- Гніздо для підключення виносного блоку детектування
- Перемикач режимів роботи
- Кнопка контролю роботи здатності приладу
- Кнопка "Пуск"
- Вимикач джерела живлення
- Кнопка "Пуск-Стоп", вимикання вимірювання
- Кришка відсіку джерела живлення
- Задня кришка
- Фіксатор задньої кришки

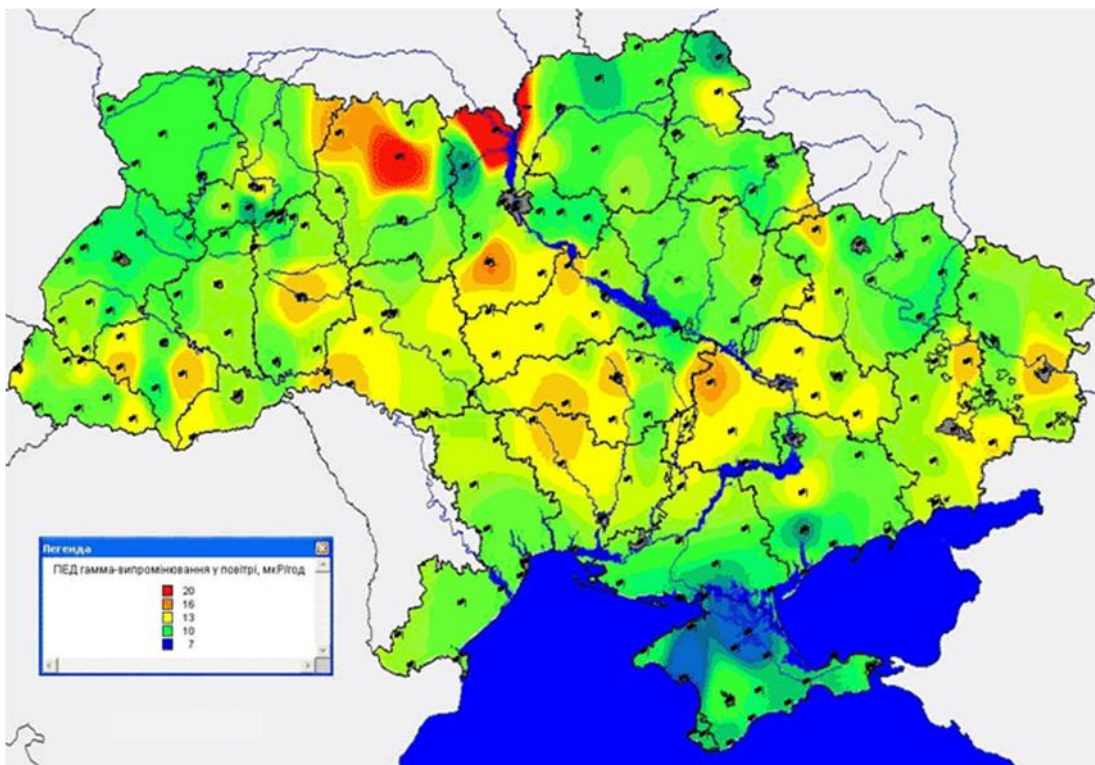
- . Місце пломбування приладу
- . Прокладка захисту від попадання вологи
- . Рамка
- . Заглушка

Алгоритм виконання роботи

При роботі з приладом заборонено розбирати прилад. Вимірювання радіаційного фону проводити тільки в місцях, вказаних викладачем.

1. Ознайомтесь з картою радіаційного забруднення території України (мал. 1). Контрольний рівень радіаційного фону в Україні (потужність експозиційної дози) становить 25 мкР/год. Згідно з даними Міністерства охорони навколишнього середовища України потужність експозиційної дози опромінення вимірюється на постійних (стаціонарних) (вимірниках) постах. Усього таких стаціонарних постів вимірювань радіаційного фону в Україні — 155.

Як видно з карти, радіаційний фон не однаковий на території України. На значення радіаційного фону впливає ряд чинників. Основними є умови радіоактивного складу ґрунтів (наявність природних радіонуклідів і радіоактивних речовин, які потрапили в навколишнє середовище внаслідок діяльності людини: викиди теплових електростанцій,



Мал. 3

що працюють на вугіллі, металургійні підприємства і так далі). Також рівень радіаційного фону залежить від часу проведення вимірювань (наприклад, після дощу рівень потужності експозиційної дози може піднятися на 1—2 мкР/год за рахунок вимивання радіоактивних речовин з атмосфери).

Карта радіаційного фону України дає можливість візуального аналізу території. На ній видно істотно високі рівні фону на територіях, які були радіоактивно забруднені після аварії на Чорнобильській АЕС. Це території Київської і Житомирської областей. Відносно високі рівні радіаційного фону в центральних областях України — Кіровоградській і Дніпропетровській. Зробіть висновки.

2. Вивчивши будову та можливості приладу виконуємо безпосередні вимірювання радіаційного випромінювання:

А) вмикаємо прилад вимикачем джерела струму (позн. 6, мал. 2) і натискаємо кнопку "Пуск-Стоп". При цьому на цифровому або появляються нулі з крапками після кожного розряду 0.0.0.0 і починається відлік імпульсів;

Б) через 20 секунд вимірювання завершено, що буде супроводжуватись звуковим сигналом і на табло фіксується покази потужності експозиційної дози гамма-випромінювання в мР/год.

В) покази на цифровому табло зберігаються до наступного натискання кнопки "Пуск-Стоп" чи вимиканні приладу.

Вимірювання потрібно проводити 3-5 разів і отримані результати записати у зошит.

3. Складіть карту (або використайте готову) своєї місцевості, виконайте відповідні вимірювання дозиметром і нанесіть на карту рівні радіоактивного забруднення.

4. Дайте відповіді на контрольні запитання та зробіть висновки

Контрольні питання

1. В чому полягає шкідливий вплив радіоактивного випромінювання на живі організми? Яким чином можна від нього вберегтися?

2. Які види радіоактивного випромінювання ми розрізняємо?

3. Від чого залежить природній фон радіоактивного випромінювання? Які фактори на нього впливають?

4. Чим пояснити різниці в радіаційному фоні в різних місцях України, Закарпаття?

Практична робота №11

Тема. Вивчення треків заряджених частинок за готовими фотографіями

Мета роботи: визначити напрям вектора індукції магнітного поля, виміряти радіуси кривизни треків, обчислити відношення заряду частинки до її маси.

Обладнання: фотографії треків, прозорий папір (калька), трикутник, циркуль, олівець.

Теоретичні відомості

За допомогою камери Вільсона спостерігають і фотографують треки (сліди) рухомих заряджених частинок. Трек частинки є ланцюжком з мікроскопічних крапельок води або спирту, перенасиченої пари цих рідин, що утворилася внаслідок конденсації на йонах. Йони ж утворюються внаслідок взаємодії зарядженої частинки з атомами і молекулами пари і газів, ще знаходяться в камері.

Якщо камера Вільсона поміщена в магнітне поле, то на рухомі в ній заряджені частинки діє сила Лоренца, яка дорівнює (для випадку, коли швидкість частинки перпендикулярна до ліній поля):

$$F = qvB,$$

де q — заряд частинки; v — швидкість її руху; B — індукція магнітного поля. Правило лівої руки дозволяє показати, що сила Лоренца напрямлена завжди перпендикулярно до швидкості частинки і, отже, є доцентровою силою:

$$qvB = \frac{mv^2}{R},$$

де m — маса частинки; R — радіус кривизни її трека.

$$R = \frac{mv}{qB}.$$
 Звідси

Якщо частинка має швидкість набагато меншу, ніж швидкість світла (тобто частинка не релятивістська), то співвідношення між значенням її кінетичної енергії і радіусом кривизни має вигляд

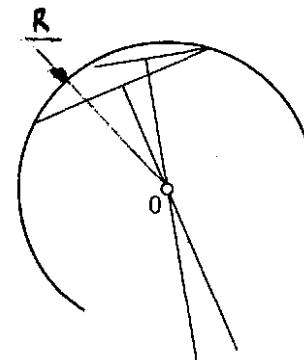
$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{B^2 R^2 q^2}{2m}.$$

Алгоритм виконання роботи

При виконанні роботи дотримуватися норм техніки безпеки і вказівок викладача.

Радіуси кривизни треків визначають за допомогою геометричної побудови, провівши на копії треку 2 хорди (мал. 1) і ставлять перпендикуляри по середині, на перетині яких знаходяться центри кола. Його радіус вимірюють лінійкою (мал. 1).

На фотографії видно треки ядер легких



Малюнок 4

елементів (останні 22 см їх пробігу) (мал. 2, $I—IV$ — треки різних частинок). Ядра рухалися в магнітному полі, індукція якого 2,17 Тл, напрямленому перпендикулярно до фотографії. Початкові швидкості всіх ядер однакові і перпендикулярні до ліній поля.

Завдання

1. Визначте напрям вектора індукції магнітного поля. Поясніть, чому траєкторіями частинок є дуги кіл. Яка причина відмінності в кривизні траєкторій різних ядер? Чому кривизна кожної траєкторії змінюється від початку до кінця пробігу частинки?

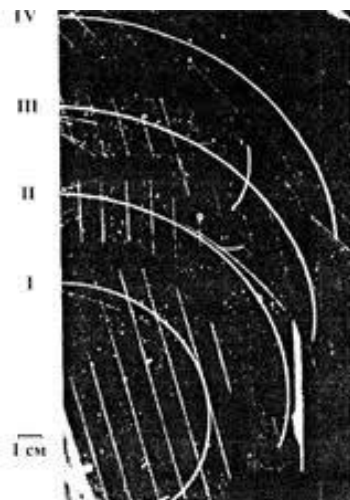
2. Поясніть причини відмінності в товщині треків різних ядер. Чому трек кожної частинки товстіший наприкінці пробігу, ніж на його початку?

3. Виміряйте радіуси кривизни трека частинки I приблизно на початку і наприкінці пробігу і визначте, наскільки змінилася енергія частинки за час пробігу, якщо відомо, що частинка I ідентифікована як протон.

4. Виміряйте радіус кривизни трека частинки III на початку її пробігу. Знаючи, що початкова швидкість цієї частинки дорівнює початковій швидкості протона (нижній трек), обчисліть для частинки III відношення заряду маси. За отриманим значенням визначте, ядром якого елемента є ця частинка.

5. Дати відповіді на питання і зробити висновок.

Додаткове завдання. Решта треків належить ядрам дейтерію і тритію. Якому саме ядру належать трек II і трек IV ?



Малюнок 5

Контрольні питання

1. В чому полягають переваги бульбашкової камери перед камерою Вільсона.

2. Які ще методи спостереження та реєстрації елементарних частинок ви знаєте?

Література

1. Гавронський В.В. зошит для лабораторних робіт з фізики. 11 клас. ТОВ „НВЦ Інтеграл” 2011.
2. Генденштейн Л.Е. Фізика. Зошит для лабораторних робіт (рівень стандарту).10. Гімназія 2012.
3. Генденштейн Л.Е., Бондаренко М.В., Євлахова О.М. Фізика. Зошит для лабораторних робіт (рівень стандарту).11 клас. Гімназія 2012.
4. Кирик Л.А., Гельфгат І.М., Ненашев І.Ю. Фізика. Запитання, задачі, тести (рівень стандарту). 10. Гімназія 2012.
5. Коршак Є. В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф. Фізика (рівень стандарту) (підручник). 10 клас. Генеза 2010.
6. Коршак Є. В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф. Фізика (рівень стандарту) (підручник). 11 клас. Генеза 2010.
7. Краснякова Т.В., Чернобай К.Г. Фізика. Лабораторні роботи. Рівень стандарту. 10 клас. Янтар 2011.
8. Левшенюк В.Я., Левшенюк Я.Ф., Трофімчук А.Б. Зошит для лабораторних робіт з фізики. 10 клас. РОППО 2011.
9. Мозель О.О., Александрова Л.П. Зошит для лабораторних робіт і фізичного практикуму (рівень стандарту). Літера ЛТД 2012.