

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА

Фізико-технічний факультет
Кафедра фізики і методики викладання

Лабораторні роботи з курсу
ШКІЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

Освітня програма СЕРЕДНЯ ОСВІТА (ФІЗИКА)

м. Івано-Франківськ - 2020

Перелік лабораторних робіт

Лабораторна робота № 1

Тема. Визначення густин твердого тіла та рідини.

Лабораторна робота №2

Тема. Дослідження пружних властивостей тіл.

Лабораторна робота №3

Тема. Визначення коефіцієнта тертя ковзання.

Лабораторна робота №4

Тема. З'ясування умови плавання тіл.

Лабораторна робота №5

Тема. З'ясування умови рівноваги важеля.

Лабораторна робота №6

Тема. Визначення ККД похилої площини.

Лабораторна робота №7

Тема. Вимірювання опору провідника за допомогою амперметра та вольтметра.

Лабораторна робота №8

Тема. Дослідження електричного кола з послідовним з'єднанням провідників.

Лабораторна робота №9

Тема. Дослідження електричного кола з паралельним з'єднанням провідників.

Лабораторна робота №10

Тема. Визначення фокусної відстані та оптичної сили тонкої лінзи.

Лабораторна робота №11

Тема. Дослідження звукових коливань різноманітних джерел звуку за допомогою сучасних цифрових засобів.

Лабораторна робота №12

Тема. Вивчення закону збереження механічної енергії.

Лабораторна робота №13

Тема. Вивчення руху тіла кинутого горизонтально.

Лабораторна робота №14

Тема. Вивчення одного з ізопроектів.

Лабораторна робота №15

Тема. Визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідини.

Лабораторна робота №16

Тема. Визначення модуля пружності гуми.

Лабораторна робота №17

Тема. Визначення електрохімічного еквівалента міді

Лабораторна робота №18

Тема. Дослідження явища електромагнітної індукції.

Лабораторна робота №19

Тема. Визначення прискорення вільного падіння за допомогою маятника.

Лабораторна робота №20

Тема. Дослідження коливань пружинного маятника.

Лабораторна робота №21

Тема. Вимірювання довжини світлової хвилі.

7 КЛАС

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Тема. Визначення густин твердого тіла та рідини.

Мета: визначити густини пропонованих твердих тіл і рідини.

Обладнання: терези з важками; лінійка; досліджувані тверді тіла (дерев'яний брусок, металеве тіло на нитці); мірна посудина з водою; склянка з досліджуваною рідиною; порожня склянка; паперові серветки.

Вказівки до роботи

Підготовка до експерименту

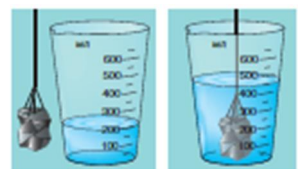
1. Перш ніж розпочати вимірювання, згадайте:
 - 1) формулу, за якою обчислюють густину;
 - 2) прилади, за допомогою яких можна визначити об'єм твердого тіла;
 - 3) як правильно знімати покази мірної посудини;
 - 4) правила роботи з важільними терезами.
2. Визначте та запишіть ціну поділки шкали лінійки та ціну поділки шкали мірної посудини.

Експеримент

Суворо дотримуйтесь інструкції з безпеки.

Результати вимірювань і обчислень заносьте до таблиці.

1. Виміряйте довжину, ширину та висоту дерев'яного бруска за допомогою лінійки. Обчисліть його об'єм.
2. Виміряйте масу бруска за допомогою терезів.
3. Виміряйте масу металевого тіла за допомогою терезів.
4. Виміряйте об'єм металевого тіла за допомогою мірної посудини (див. рисунок). Після цього перелийте воду із мірної посудини в порожню склянку.
5. Визначте масу та об'єм досліджуваної рідини:
 - виміряйте масу склянки з досліджуваною рідиною;
 - перелийте рідину в мірну посудину та виміряйте об'єм рідини;
 - виміряйте масу порожньої склянки;



- обчисліть масу рідини.

Досліджуване тіло або рідина	Маса m , г	Об'єм V , см^3	Густина ρ		Речовина
			г/см^3	кг/м^3	

Опрацювання результатів експерименту

1. Визначте густину деревини, з якої виготовлений брусок.
2. Визначте густину металу, з якого виготовлене металеве тіло.
3. Визначте густину досліджуваної рідини.
4. Користуючись таблицями густин, визначте речовини, з яких виготовлені досліджувані тіла, а також назву досліджуваної рідини.

Аналіз експерименту та його результатів

Зробіть висновок, у якому зазначте: 1) яку фізичну величину і за допомогою яких приладів ви вимірювали; 2) які результати отримали; 3) які чинники могли вплинути на точність результатів.

Творче завдання

Запропонуйте способи — теоретичний та експериментальний, за допомогою яких можна знайти масу води, що виллється з відливної посудини (див. рисунок), якщо в неї повільно занурити алюмінієвий кубик із ребром 3 см.



Лабораторна робота №2

Тема. Дослідження пружних властивостей тіл.

Мета: дослідити пружні властивості гумових шнурів під час деформації розтягнення.

Обладнання: штатив із муфтою та лапкою; три однакові гумові шнури завдовжки 15–20 см; набір тягарців масою 100 г кожен; учнівська лінійка.

Вказівки до роботи

Підготовка до експерименту

1. Перед тим як виконувати роботу, переконайтеся, що ви знаєте відповіді на такі запитання.

- 1) Що таке деформація? Які існують види деформації?
- 2) Які деформації називають пружними? пластичними?
- 3) За якою формулою розраховують силу пружності?

2. Визначте ціну поділки шкали лінійки.

3. Зберіть пристрій.

- 1) На кінцях одного зі шнурів (шнур А) зав'яжіть петлі так, щоб відстань між вузликами становила близько 8 см.
- 2) Складіть два інші шнури й отримайте подвійний шнур В. На його кінцях теж зав'яжіть петлі так, щоб відстань між вузликами становила приблизно 8 см.
- 3) Шнури А і В підвісьте за петлі на лапку штатива (рис. 1).

Експеримент

Суворо дотримуйтесь інструкції з безпеки.

Результати вимірювань та обчислень відразу заносьте до таблиці.

1. Потягнувши за петлю, вирівняйте шнур А, не розтягуючи його. Виміряйте відстань l_{0A} між вузликами — довжину недеформованого шнура А.
2. Підвісьте до шнура А тягарець масою 100 г (рис. 2). Виміряйте відстань l_A між вузликами — довжину деформованого шнура А. *Примітка.* Якщо підвішений до шнура тягарець масою 100 г перебуває в стані спокою, він розтягує шнур із силою, що дорівнює приблизно 1 Н.
3. Зніміть тягарець. З'ясуйте, чи повернувся нижній вузлик шнура А у вихідне положення, тобто чи була деформація шнура пружною.

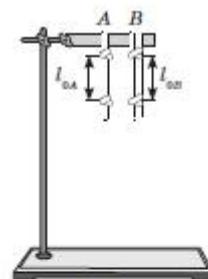


Рис. 1



Рис. 2

4. До шнура А послідовно підвішуйте 2, 3, 4 тягарці. Для кожного випадку виміряйте довжину деформованого шнура А.
Зверніть увагу: після кожного дослідів слід знімати тягарці й з'ясувати, чи повернувся нижній вузлик шнура у вихідне положення. Якщо деформація шнура перестане бути пружною (після зняття тягарців шнур залишиться деформованим), дослід необхідно припинити.
5. Повторіть дії, описані в пунктах 1–4, зі шнуром В.

Опрацювання результатів експерименту

1. Для кожного дослідів:

1. визначте видовження шнурів: $x_A = l_A - l_{0A}$ і $x_B = l_B - l_{0B}$; отримані результати подайте в метрах.

2. знайдіть відношення: $\frac{F_{\text{пруж}}}{x_A}$; $\frac{F_{\text{пруж}}}{x_B}$.

Номер дослідів	Маса тягарця, m , г	Сила пружності $F_{\text{пруж}}$, Н	Шнур А				Шнур В				
			Довжина		Видовження x_A , м	Відношення $\frac{F_{\text{пруж}}}{x_A}$, $\frac{\text{Н}}{\text{м}}$	Довжина		Видовження x_B , м	Відношення $\frac{F_{\text{пруж}}}{x_B}$, $\frac{\text{Н}}{\text{м}}$	
			l_{0A} , см	l_A , см			l_{0B} , см	l_B , см			

Аналіз експерименту та його результатів

Порівняйте відношення $\frac{F_{\text{пруж}}}{x}$ для кожного дослідів. Зробіть висновок, у якому зазначте: 1) чи впливає навантаження на те, якою буде деформація (пружною або пластичною); 2) чи залежить у разі пружної деформації

жорсткість $\left(k = \frac{F_{\text{пруж}}}{x}\right)$ шнура від його видовження; 3) як змінилася жорсткість шнура зі збільшенням його товщини вдвічі.

Творче завдання

Чи зміниться відношення $\frac{F_{\text{пруж}}}{x}$, отримане в роботі, якщо шнур замінити на такий самий, але вдвічі довший? Перевірте результати своїх міркувань експериментально.

Лабораторна робота №3

Тема. Визначення коефіцієнта тертя ковзання.

Мета: визначити коефіцієнт тертя ковзання дерева по дереву.

Обладнання: дерев'яний брусок; дерев'яна дошка (трибометр); набір тягарців; динамометр.

Вказівки до роботи

Підготовка до експерименту

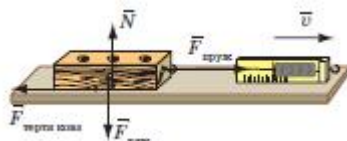
1. Перед тим як виконувати роботу, згадайте відповіді на такі запитання.
 - 1) Від яких чинників залежить сила тертя ковзання і куди вона напрямлена?
 - 2) За якою формулою обчислюють силу тертя ковзання?
2. Визначте ціну поділки шкали динамометра.

Експеримент

Суворо дотримуйтесь інструкції з безпеки.

Результати вимірювань відразу заносьте до таблиці.

1. Підвісивши брусок до динамометра, виміряйте вагу бруска, яка під час експерименту буде дорівнювати силі нормальної реакції опори ($N = P$).
2. Прикріпивши брусок до гачка динамометра, покладіть його широким боком на горизонтально розташовану дошку. Рівномірно переміщуйте брусок уздовж дошки (див. рисунок). За показом динамометра визначте силу тертя ковзання ($F_{\text{тертя ковз}} = F_{\text{пруж}}$).



3. Повторіть експеримент ще тричі, поклавши на брусок спочатку один тягарець, потім одночасно два, а потім одночасно три тягарці ($N = P_{\text{брус}} + P_{\text{тягар}}$).

Номер досліджу	Сила тертя ковзання $F_{\text{тертя ковз}}, \text{ Н}$	Сила нормальної реакції опори $N, \text{ Н}$	Коефіцієнт тертя ковзання, μ

Опрацювання результатів експерименту

Для кожного дослідження обчисліть коефіцієнт тертя ковзання за формулою:

$$\mu = \frac{F_{\text{тертя ковз}}}{N}, \text{ результати занесіть до таблиці.}$$

Аналіз експерименту та його результатів

Зробіть висновок, у якому зазначте: 1) яку фізичну величину ви вимірювали; 2) чи залежить коефіцієнт тертя ковзання від ваги тіла; 3) чи збігаються одержані результати із табличним значенням коефіцієнта тертя ковзання дерева по дереву; 4) які чинники вплинули на точність експерименту.

Творче завдання

Запишіть план проведення експерименту на підтвердження того, що коефіцієнт тертя ковзання не залежить від площі дотичних поверхонь. Проведіть цей експеримент.

Лабораторна робота №4

Тема. З'ясування умови плавання тіл.

Мета: дослідним шляхом визначити, за якої умови: тіло плаває на поверхні рідини; тіло плаває всередині рідини; тіло тоне в рідині.

Обладнання: пробірка (або невелика склянка з під ліків) з корком; нитка (або дротинка) завдовжки 20–25 см; посудина із сухим піском; вимірювальний циліндр, до половини наповнений водою; терези з важками; паперові серветки.

Вказівки до роботи

Підготовка до експерименту

1. Перед тим як виконувати роботу, переконайтеся, що ви знаєте відповіді на такі запитання.
 - 1) Які сили діють на тіло, занурене в рідину?
 - 2) За якою формулою визначають силу тяжіння?
 - 3) За якою формулою визначають архімедову силу?
 - 4) За якою формулою визначають середню густину тіла?
2. Визначте ціну поділки шкали вимірювального циліндра.
3. Закріпіть пробірку на нитці так, щоб, тримаючи за нитку, можна було занурити пробірку у вимірювальний циліндр, а потім витягти її.
4. Згадайте правила роботи з терезами та підготуйте терези до роботи.

Експеримент

Суворо дотримуйтеся інструкції з безпеки.

Результати вимірювань відразу заносьте до таблиці.

Дослід 1. З'ясування умови, за якої тіло тоне в рідині.

- 1) Виміряйте об'єм води V_1 у вимірювальному циліндрі.
- 2) Наповніть пробірку піском. Закрийте корок.
- 3) Опустіть пробірку у вимірювальний циліндр. У результаті ваших дій пробірка має опинитися на дні.
- 4) Виміряйте об'єм V_2 води і пробірки; визначте об'єм пробірки: $V_p = V_2 - V_1$.
- 5) Витягніть пробірку, протріть її серветкою.
- 6) Покладіть пробірку на терези та виміряйте її масу з точністю до 0,5 г.

Дослід 2. З'ясування умови, за якої тіло плаває всередині рідини.

- 1) Відсипаючи пісок із пробірки, доможіться того, щоб пробірка вільно плавала всередині рідини.
- 2) Повторіть дії, описані в пп. 5–6 досліду 1.

Дослід 3. З'ясування умови, за якої тіло плаває на поверхні рідини.

- 1) Відсіпте з пробірки ще деяку кількість піску. Переконайтеся, що після повного занурення пробірки з піском у рідину вона спливає на поверхню рідини.
- 2) Повторіть дії, описані в пп. 5–6 досліді 1.

Номер досліді	Об'єм			Маса пробірки з піском m , г	Густина		Порівняння ρ_n і ρ_r ($=$, $<$, $>$)	Яке явище спостерігається
	рідини V_r , cm^3	рідини і пробірки V_2 , cm^3	пробірки $V_n = V_2 - V_1$, cm^3		середня пробірки з піском ρ_n , $\frac{\text{г}}{\text{cm}^3}$	рідини ρ_r , $\frac{\text{г}}{\text{cm}^3}$		
1							ρ_n ρ_r	Тіло тоне
2							ρ_n ρ_r	Тіло плаває всередині рідини
3							ρ_n ρ_r	Тіло спливає

Опрацювання результатів експерименту

1. Для кожного досліді:
 - 1) виконайте схематичне креслення, на якому зазначте сили, що діють на пробірку;
 - 2) визначте середню густину пробірки з піском.
2. Занесіть до таблиці результати обчислень, закінчіть її заповнення.

Аналіз експерименту та його результатів

Проаналізувавши результати, зробіть висновок, у якому зазначте, за якої умови: 1) тіло тоне в рідині; 2) тіло плаває всередині рідини; 3) тіло плаває на поверхні рідини.

Творче завдання

Запропонуйте два способи визначення середньої густини яйця. Запишіть план проведення кожного досліді.

Лабораторна робота №5

Тема. З'ясування умови рівноваги важеля.

Мета: перевірити дослідним шляхом, яким має бути співвідношення сил і їхніх плечей, щоб важіль перебував у рівновазі.

Обладнання: важіль; штатив із муфтою та лапкою; набір тягарців масою по 100 г; динамометр; учнівська лінійка.

Вказівки до роботи

Підготовка до експерименту

- Перед виконанням роботи згадайте відповіді на такі запитання.
 - Що називають важелем і де застосовують важелі?
 - Що називають плечем сили?
 - Що таке момент сили?
- Визначте ціни поділок шкал вимірювальних приладів.
- Закріпіть на лапці штатива важіль і зрівноважте його за допомогою регулювальних гайок.

Експеримент

Суворо дотримуйтесь інструкції з безпеки.

Результати вимірювань відразу заносьте до таблиці.

Номер досліджу	Проти ходу годинникової стрілки			За ходом годинникової стрілки			$\frac{F_1}{F_2}$	$\frac{d_2}{d_1}$
	F_1 , Н	d_1 , м	M_1 , Н·м	F_2 , м	d_2 , Н	M_2 , Н·м		

- Підвісьте з одного боку від осі обертання важеля один тягарець, з іншого боку — два тягарці.
- Пересуваючи тягарці, зрівноважте важіль (рис. 1).
- Виміряйте за допомогою лінійки плечі d_1 і d_2 відповідних сил \vec{F}_1 і \vec{F}_2 .
- Вважаючи, що вага одного тягарця дорівнює 1 Н, запишіть значення сил \vec{F}_1 і \vec{F}_2 .
- Повторіть дослід, підвісивши на одній половині важеля два, а на іншій — три тягарці (рис. 2).
- Підвісьте праворуч від осі обертання на відстані 12 см три тягарці (рис. 3). Значення сили \vec{F}_2 дорівнюватиме загальній вазі цих

тягарців. Визначте за допомогою динамометра, яку силу \vec{F}_1 потрібно прикласти в точці, що лежить на відстані 8 см правіше від точки підвішення тягарців, щоб утримувати важіль у рівновазі.

Опрацювання результатів експерименту

1. Для кожного досліду:

- 1) знайдіть відношення сил $\frac{F_1}{F_2}$ і відношення плечей $\frac{d_2}{d_1}$;
 - 2) обчисліть момент M_1 сили, що повертає важіль проти ходу годинникової стрілки, і момент M_2 сили, що повертає важіль за ходом годинникової стрілки.
2. Закінчіть заповнення таблиці.

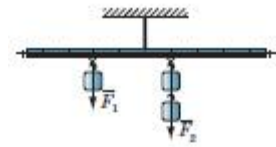


Рис. 1

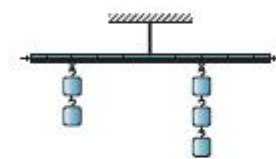


Рис. 2

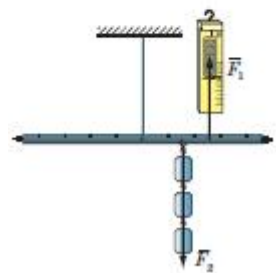


Рис. 3

Аналіз експерименту та його результатів

На підставі проведених дослідів порівняйте відношення сил, що діють на важіль, і відношення його плечей. Зробіть висновок, у якому: 1) сформулюйте умову рівноваги важеля; 2) проаналізуйте, які чинники вплинули на точність вимірювань.

Творче завдання

Зберіть пристрій, як показано на рис. 4. Виконайте необхідні вимірювання та визначте моменти сил, що діють на важіль. Знайдіть суму моментів. Зробіть висновок про умову рівноваги важеля в цьому експерименті.

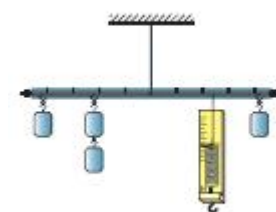


Рис. 4

Лабораторна робота №6

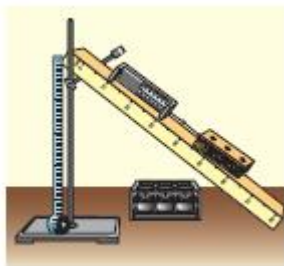
Тема. Визначення ККД похилої площини.

Мета: переконатися на досліді, що корисна робота, виконана за допомогою похилої площини, менша від повної роботи; визначити ККД похилої площини.

Обладнання: мірна стрічка; динамометр; три тягарці однакової маси; дерев'яна лінійка; штатив із муфтою та лапкою; дерев'яний брусок.

Вказівки до роботи

Підготовка до експерименту



1. Перед тим як виконувати роботу, згадайте відповіді на такі запитання.

- 1) Які види простих механізмів ви знаєте?
- 2) Як визначити коефіцієнт корисної дії?
- 3) Чому ККД будь-якого механізму завжди менший від 100 %?

2. Визначте ціни поділок шкал вимірювальних приладів.

3. Зберіть експериментальну установку, як показано на рисунку.

Експеримент

Суворо дотримуйтеся інструкції з безпеки.

Результати вимірювань відразу заносьте до таблиці.

1. Виміряйте за допомогою мірної стрічки довжину l і висоту h похилої площини.
2. Визначте за допомогою динамометра вагу P_1 бруска.
3. Покладіть брусок на похилу площину і за допомогою динамометра рівномірно пересувайте його площиною вгору. Виміряйте силу тяги F_1 , що діє на брусок з боку динамометра.
4. Визначте за допомогою динамометра вагу одного тягарця.
5. Не змінюючи кута нахилу площини, повторіть дослід (див. п. 3) ще тричі, розмістивши на бруску спочатку один, потім два, а потім три тягарці.

Зверніть увагу! У кожному з цих дослідів, щоб знайти вагу тіла, слід до ваги бруска додати вагу тягарця (тягарців).

Опрацювання результатів експерименту

1. Для кожного дослідів обчисліть:

- 1) повну роботу ($A_{\text{повна}} = Fl$);

2) корисну роботу ($A_{\text{кор}} = Ph$, де P — вага тіла);

3) виграш у силі, який дає похила площина $\left(\frac{P}{F}\right)$;

4) ККД похилої площини $\left(\eta = \frac{A_{\text{кор}}}{A_{\text{повна}}} \cdot 100\% = \frac{Ph}{Fl} \cdot 100\%\right)$.

2. Результати обчислень занесіть до таблиці.

Но- мер до- сліду	Вага тіла (P , Н)	Висота похилої площи- ни h , м	Корис- на робота ($A_{\text{кор}}$, Дж)	Сила тяги (F , Н)	Довжи- на похи- лої площи- ни l , м	Повна робота ($A_{\text{повна}}$, Дж)	Ви- граш у силі $\left(\frac{P}{F}\right)$	ККД (η , %)

Аналіз експерименту та його результатів

1) Для кожного дослідження порівняйте значення сили (F) зі значенням ваги тіла (P) і зробіть висновок про виграш у силі, який дає похила площина.

2) Порівняйте одержані значення ККД і зробіть висновок, чи залежить ККД від ваги тіла, яке піднімають похилою площиною.

Творче завдання

З'ясуйте за допомогою експерименту, як залежить ККД похилої площини від кута її нахилу. Чому, на вашу думку, змінюється ККД в разі зміни кута нахилу площини?

Опрацювання результатів експерименту

1. Обчисліть опір резистора для кожного випадку.
2. Результати обчислень занесіть до таблиці.

Номер досліду	Сила струму I , А	Напруга U , В	Опір R , Ом
1			

Аналіз експерименту та його результатів

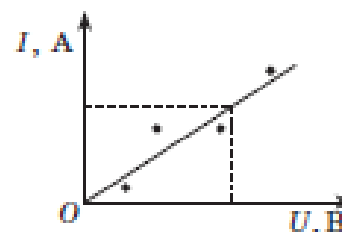
Проаналізувавши експеримент та його результати, зробіть висновок, у якому зазначте:

- 1) яку фізичну величину і за допомогою яких приладів ви навчилися вимірювати;
- 2) чи залежить вимірювана величина від сили струму в резисторі та напруги на його кінцях;
- 3) які чинники вплинули на точність вимірювання.

Творче завдання

За отриманими в ході експерименту даними побудуйте графік — вольт-амперну характеристику резистора. За графіком визначте значення опору резистора.

Зверніть увагу: через похибку вимірювання точки можуть не належати одній прямій, що проходить через початок координат ($U = 0, I = 0$). У цьому випадку будуйте графік так, щоб він проходив через точку $(0, 0)$ і щоб з обох боків від графіка була приблизно однакова кількість експериментальних точок. Для знаходження опору резистора використайте будь-яку точку отриманого графіка (див. рисунок).



Лабораторна робота №8



Тема. Дослідження електричного кола з послідовним з'єднанням провідників.

Мета: експериментально перевірити, що в разі послідовного з'єднання двох провідників справджуються співвідношення:

$$I=I_1=I_2; U=U_1+U_2; R=R_1+R_2.$$

Обладнання: джерело струму, вольтметр, амперметр, ключ, два резистори, з'єднувальні проводи.

Вказівки до роботи

Підготовка до експерименту

Суворо дотримуйтеся інструкції з безпеки.

1. Перш ніж виконувати роботу, переконайтеся, що ви знаєте вимоги безпеки під час роботи з електричними колами.
2. Накресліть схему електричного кола, що складається з джерела струму, двох резисторів і ключа, з'єднаних послідовно.
3. Складіть і запишіть план проведення експерименту. Якщо вагаєтеся, то скористайтеся планом, наведеним нижче.

Експеримент

Дослід 1. Порівняння сили струму в різних ділянках кола, яке містить послідовне з'єднання провідників.

1. Складіть електричне коло за накресленою вами схемою.
2. Виміряйте силу струму, ввімкнувши амперметр спочатку між джерелом струму і першим резистором (I_1), потім між ключем і другим резистором (I_2), а потім між ключем і джерелом струму (I). Накресліть схеми відповідних електричних кіл.
3. Результати вимірювань занесіть до таблиці 1 і зробіть висновок.

Таблиця 1

I_1, A	I_2, A	I, A	Висновок

Дослід 2. Порівняння загальної напруги на ділянці кола, яка складається з послідовно з'єднаних резисторів, і суми напруг на окремих резисторах.

1. У колі, складеному для проведення дослідів 1, виміряйте напругу спочатку на першому резисторі (U_1), потім на другому резисторі

(U_2), а потім на обох резисторах (U). Накресліть схеми відповідних електричних кіл.

2. Результати вимірювань занесіть до таблиці 2. Закінчіть заповнення таблиці та зробіть висновок.

Таблиця 2

$U_1, \text{В}$	$U_2, \text{В}$	$U, \text{В}$	$(U_1+U_2), \text{В}$	Висновок

Опрацювання результатів експерименту

1. Використовуючи результати дослідів 1 і 2, обчисліть опір першого резистора (R_1), другого резистора (R_2) та опір ділянки кола, яка містить обидва резистори (R).
2. Результати обчислень занесіть до таблиці 3. Закінчіть заповнення таблиці, зробіть висновок.

Таблиця 3

$R_1, \text{Ом}$	$R_2, \text{Ом}$	$R, \text{Ом}$	$(R_1+R_2), \text{Ом}$	Висновок

Аналіз експерименту та його результатів

Проаналізувавши експеримент і його результати, зробіть висновок, у якому зазначте:

- 1) які співвідношення для послідовно з'єднаних провідників ви перевіряли та які результати одержали;
- 2) які чинники могли вплинути на точність отриманих вами результатів.

Творче завдання

Запишіть план проведення експерименту, за допомогою якого можна визначити опір резистора, якщо ви маєте вольтметр, джерело струму, резистор відомого опору та з'єднувальні проводи. Проведіть відповідний експеримент.

Лабораторна робота №9

Тема. Дослідження електричного кола з паралельним з'єднанням провідників.

Мета: експериментально перевірити, що сила струму в нерозгалуженій частині кола дорівнює сумі сил струмів у відгалуженнях; довести, що загальний опір провідників, з'єднаних паралельно, менший за опір кожного з них.

Обладнання: джерело струму, вольтметр, амперметр, ключ, дві електричні лампи на підставках, з'єднувальні проводи.

Вказівки до роботи

Підготовка до експерименту

1. Перш ніж виконувати роботу, переконайтеся, що ви знаєте вимоги безпеки під час роботи з електричними колами.
2. Накресліть схему електричного кола, що містить дві паралельно з'єднані лампи, які через ключ з'єднані з джерелом струму.
3. Складіть і запишіть план проведення експерименту. Якщо вагаєтеся, скористайтеся наведеним планом.

Експеримент

Суворо дотримуйтесь інструкції з безпеки.

Результати вимірювань відразу заносьте до таблиці.

1. Зберіть електричне коло за накресленою вами схемою.
2. Виміряйте силу струму I , що проходить у нерозгалуженій частині кола, потім силу струму I_1 , який тече в лампі 1, та силу струму I_2 , який тече в лампі 2.
3. Виміряйте напругу U на лампах.
4. Накресліть схеми відповідних електричних кіл.

Опрацювання результатів експерименту

Використовуючи результати вимірювань, обчисліть опір спіралі лампи 1 (R_1) і лампи 2 (R_2), а також опір ділянки кола, що містить обидві лампи (R). Результати обчислень занесіть до таблиці.

I, A	I_1, A	I_2, A	U, B	R_1, Om	R_2, Om	R, Om

Аналіз експерименту та його результатів

Проаналізувавши експеримент і його результати, зробіть висновок, у якому зазначте:

- 1) які співвідношення для паралельно з'єднаних провідників ви перевіряли та які результати отримали;
- 2) які чинники могли вплинути на точність отриманих результатів.

Творче завдання

Запишіть план проведення експерименту, за допомогою якого можна визначити опір резистора, якщо наявні амперметр, джерело струму, резистор відомого опору та з'єднувальні проводи. Проведіть відповідний експеримент.

9 КЛАС

Лабораторна робота №10

Тема. Визначення фокусної відстані та оптичної сили тонкої лінзи.

Мета: визначити фокусну відстань та оптичну силу тонкої збиральної лінзи.

Обладнання: збиральна лінза на підставці, екран, джерело світла (свічка або електрична лампа), мірна стрічка.

Вказівки до роботи

Підготовка до експерименту

1. Перед тим як виконувати роботу згадайте: 1) вимоги безпеки під час роботи зі скляними та вогненебезпечними предметами; 2) формулу тонкої лінзи; 3) означення оптичної сили лінзи.
2. Проаналізуйте формулу тонкої лінзи, подумайте, які вимірювання вам слід зробити, щоб визначити фокусну відстань лінзи.

Експеримент

Суворо дотримуйтесь інструкції з безпеки.

Результати вимірювань відразу заносьте до таблиці.

1. Розташували лінзу між джерелом світла та екраном, дістаньте на екрані чітке зменшене зображення джерела світла.
2. Виміряйте відстань d від джерела світла до лінзи та відстань f від лінзи до екрана.
3. Пересуваючи лінзу, дістаньте на екрані чітке збільшене зображення джерела світла.
4. Знову виміряйте відстань d від джерела світла до лінзи та відстань f від лінзи до екрана.

Опрацювання результатів експерименту

1. Для кожного досліду визначте:
 - 1) фокусну відстань лінзи (скориставшись формулою тонкої лінзи);
 - 2) оптичну силу лінзи (скориставшись означенням оптичної сили).
2. Закінчіть заповнення таблиці.

Номер досліджу	Відстань від предмета до лінзи d , м	Відстань від лінзи до екрана f , м	Фокусна відстань лінзи F , м	Оптична сила лінзи D , дптр
1				
2				

Аналіз експерименту та його результатів

Проаналізуйте експеримент і його результати. Сформулюйте висновок, у якому: 1) порівняйте значення фокусної відстані, одержані вами в різних досліджах; 2) дізнайтесь у вчителя значення оптичної сили лінзи, наведене в паспорті, та порівняйте його зі значеннями оптичної сили, отриманими в ході експерименту; 3) зазначте причини можливої розбіжності результатів.

Творче завдання

Визначте фокусну відстань лінзи ще двома методами: 1) отримавши на екрані зображення віддаленого предмета (наприклад, дерева за вікном); 2) отримавши на екрані зображення джерела світла, яке за розміром дорівнює розмірам самого джерела. Які вимірювання та розрахунки ви виконували в кожному випадку?

Лабораторна робота №11



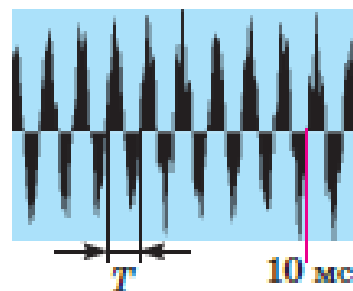
Тема. Дослідження звукових коливань різноманітних джерел звуку за допомогою сучасних цифрових засобів.

Мета: з'ясувати зв'язок між характеристиками звукової хвилі (амплітуда, частота) та гучністю й висотою тону звуку.

Обладнання: комп'ютер (або мобільний телефон) із програмним забезпеченням для запису звуку та обробки отриманого файлу (наприклад, аудіоредактор WavePad), мікрофон, камертон, генератор звукових частот (або програма «Камертон»).

Теоретичні відомості

Форма запису звуку може бути різною: магнітна, оптична, цифрова тощо. Запис звуку в комп'ютерах — виключно цифровий. Записаний звук зберігається в аудіофайлі та після обробки може бути поданий на монітор комп'ютера у вигляді пульсуючого графіка, який відбиває зміну тиску в зоні прослухування через рівні невеликі інтервали часу (див. рисунок).



За графіком можна оцінити:

- 1) гучність звуку — визначається амплітудою A звукової хвилі;
- 2) тон звуку — визначається частотою ν (періодом T) звукової хвилі.

Наприклад, за графіком на рисунку визначаємо, що за 10 мс відбулося майже 9 коливань (точніше — 8,8), отже, частота звукової хвилі становить:

$$\nu = \frac{8,8}{0,01 \text{ с}} = 880 \text{ Гц.}$$

Таким чином, на графіку наведено цифровий запис звучання ноти «ля» другої октави (див. таблицю).

Ноти	Частота ν , Гц		Ноти	Частота ν , Гц	
	перша октава	друга октава		перша октава	друга октава
До	261,63	523,26	Соль	392,00	784,00
Ре	293,66	587,32	Ля	440,00	880,00
Мі	329,63	659,26	Сі	493,88	987,76
Фа	349,23	698,46			

Вказівки до роботи

Підготовка до експерименту

1. Перед тим як виконувати роботу, згадайте: 1) вимоги безпеки під час виконання лабораторних робіт; 2) основні характеристики звуку.
2. Увімкніть комп'ютер, приєднайте до нього мікрофон.
3. Запустіть на виконання програму «Звукозапис» (із набору стандартних програм ОС Windows), для чого клацніть кнопку «Пуск» і виберіть команди: Програми → Стандартні → Розваги → Звукозапис.

Експеримент

Суворо дотримуйтеся інструкції з безпеки.

Отримані аудіофайли збережіть під відповідними іменами.

1. Увімкніть генератор звукової частоти, налаштуйте вихідний сигнал на частоту 440 Гц.
2. Увімкніть запис сигналу. Вимкніть запис через 4–6 с.
3. Збільште гучність сигналу генератора, не змінюючи частоти, і повторіть дії, описані в п. 2.
4. Налаштуйте вихідний сигнал на частоту 880 Гц і повторіть дії, описані в п. 2.
5. Поставте камертон. Вдарте по ньому гумовим молоточком і повторіть дії, описані в п. 2.
6. Проспівайте в мікрофон декілька нот, для кожної ноти повторюючи дії, описані в п. 2.

Опрацювання результатів експерименту

Результати вимірювань і обчислень відразу заносьте до таблиці.

1. Для кожного дослідження визначте частоту звукової хвилі. Для цього:
 1. відкрийте аудіофайл (на екрані ви побачите графік, подібний до наведеного на рисунку);
 2. обчисліть кількість коливань, наприклад, за 10 мс;
 3. за формулою $v=N/t$ обчисліть частоту звукової хвилі.

Номер досліджу	Назва досліджу	Час коливань t , мс	Кількість коливань N	Частота хвилі ν , Гц
1				
...				

2. Зробіть скріншоти для будь-яких трьох дослідів, роздрукуйте їх та вклейте в зошит (або виконайте рисунки). Підпишіть ці досліді.

Аналіз результатів експерименту

Проаналізуйте експеримент і його результати. Сформулюйте висновок, у якому: 1) отримані результати порівняйте із заданими частотами генератора, частотою камертона, табличними значеннями частот, що відповідають певним нотам; 2) зазначте причини можливої розбіжності результатів.

Лабораторна робота №12

Тема. Вивчення закону збереження механічної енергії.

Мета: переконатися на досліді, що повна механічна енергія замкненої системи тіл залишається незмінною, якщо в системі діють тільки сили тяжіння та сили пружності.

Обладнання: штатив із муфтою та лапкою, динамометр, набір тягарців, лінійка завдовжки 40–50 см, гумовий шнур завдовжки 15 см із покажчиком і петельками на кінцях, олівець, міцна нитка.

Теоретичні відомості

Для виконання роботи можна використати експериментальну установку, зображену на рис. 1.

1. Попередньо позначивши на лінійці положення покажчика у випадку ненавантаженого шнура (позначка 0), до петлі шнура підвішують тягарець, який потім відтягують униз (стан 1), надаючи шнуру деякого видовження x_1 (рис. 2). У стані 1 повна механічна енергія системи

«шнур — тягарець — Земля» дорівнює потенціальній енергії розтягнутого шнура:

$$E_1 = \frac{kx_1^2}{2} = \frac{F_1 x_1}{2}, \quad (1)$$

де $F_1 = kx_1$ — модуль сили пружності шнура за його розтягнення на x_1 .

Далі тягарець відпускають і відзначають положення покажчика в той момент, коли тягарець досягне максимальної висоти (стан 2). У цьому стані повна механічна енергія системи дорівнює сумі потенціальній енергії піднятого на висоту h тягарця й потенціальній енергії розтягнутого шнура:

$$E_2 = \frac{kx_2^2}{2} + mgh = \frac{F_2 x_2}{2} + P \cdot h, \quad (2)$$

де $F_2 = kx_2$ — модуль сили пружності шнура за умови його розтягнення на x_2 ; $P = mg$ — вага тягарця.



Рис. 1

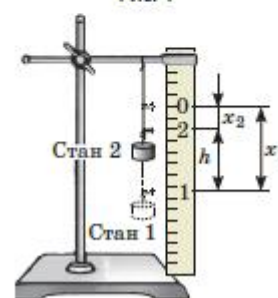


Рис. 2

Вказівки до роботи

Підготовка до експерименту

1. Перед тим як розпочати вимірювання, згадайте:
 - 1) вимоги безпеки під час виконання лабораторних робіт;
 - 2) закон збереження повної механічної енергії.
2. Проаналізуйте формули (1) і (2) та поміркуйте, які вимірювання слід зробити, щоб визначити повну механічну енергію системи у стані 1 і стані 2.
2. Складіть план проведення експерименту.
3. Зберіть установку, як показано на рис. 1.
4. Потягнувши за нижню петельку вертикально вниз, випряміть шнур, не натягуючи його. Позначте на лінійці олівцем положення покажчика у випадку ненавантаженого шнура й поставте позначку 0.

Експеримент

Суворо дотримуйтесь інструкції з безпеки.

Результати вимірювань відразу заносьте до таблиці.

1. Визначте за допомогою динамометра вагу P тягарця.
2. Підвісьте тягарець до петельки. Відтягнувши тягарець униз, позначте на лінійці положення покажчика, біля позначки поставте цифру 1.
3. Відпустіть тягарець. Помітивши положення покажчика в момент, коли тягарець сягнув найбільшої висоти, поставте у відповідному місці позначку 2. *Зверніть увагу:* якщо позначка 2 розташується вище, ніж позначка 0, дослід необхідно повторити, зменшивши розтягнення шнура та відповідно змінивши положення позначки 1.
4. Виміряйте сили пружності F_1 і F_2 , які виникають у гумовому шнурі в разі його розтягнення на x_1 і x_2 відповідно. Для цього зніміть тягарець і, зачепивши петлю шнура гачком динамометра, розтягніть шнур спочатку до позначки 1, а потім до позначки 2.
5. Вимірявши відстані між відповідними позначками, визначте видовження x_1 і x_2 гумового шнура, а також максимальну висоту h підйому тягарця (див. рис. 2).
6. Повторіть дії, описані в пунктах 1–6, підвісивши до шнура два тягарці разом.

Номер дослідів	Вага тягарця P , Н	Видовження шнура		Сила пружності		Висота підйому h , м	Повна механічна енергія	
		x_1 , м	x_2 , м	F_1 , Н	F_2 , Н		E_1 , Дж	E_2 , Дж
1								
2								

Опрацювання результатів експерименту

1. Для кожного досліду визначте:
 - 1) повну механічну енергію системи у стані 1;
 - 2) повну механічну енергію системи у стані 2.
2. Закінчіть заповнення таблиці.

Аналіз результатів експерименту

Проаналізуйте експеримент та його результати. Сформулюйте висновок, у якому: 1) порівняйте одержані вами значення повної механічної енергії системи у стані 1; у стані 2; 2) зазначте причини можливої розбіжності результатів; 3) укажіть фізичні величини, вимірювання яких, на ваш погляд, дало найбільшу похибку.

Творче завдання

Візьміть невелику кульку на довгій міцній нитці. До нитки прив'яжіть гумовий шнур і, тримаючись за кульку, із силою потягніть шнур униз. Виміряйте видовження шнура. Відпустіть кульку. Виміряйте висоту, на яку піднялась кулька. Визначте жорсткість шнура та обчисліть цю висоту теоретично. Порівняйте результат обчислення з результатом експерименту.

10 КЛАС

Лабораторна робота №13

Тема. Вивчення руху тіла кинутого горизонтально.

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

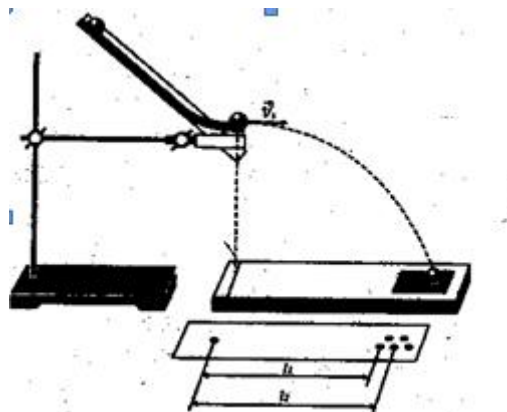
Висота падіння кульки $h = \frac{gt^2}{2}$. Звідси $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$. Дальність падіння

$l = v_0 \cdot t$, звідки $v_0 = \frac{l}{t}$. Після підстановки $v_0 = l \sqrt{\frac{g}{2h}}$.

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

Вказівки до роботи

1. Збираємо установку (див. рис.), 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 згори 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.



№ дослідю	$h, м$	$l, м$	$l_{сер}, м$	$v_{0 сер}, м/с$
1				
2				
3				
4				
5				

7. Побудуємо траєкторію руху кульки за її координатами $x = v_{0 сер} \cdot t$ 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.

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

Аналіз експерименту та його результатів

Контрольне питання

Чому при побудові графіка $y(x)$ координату x обчислюємо, а координата y вже обчислена?

Лабораторна робота №14

Тема. Вивчення одного з ізопроесів.

Мета: дослідити залежність об'єму газу від абсолютної температури; експериментально перевірити справедливність 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.

Вказівки до роботи

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

$$p = \underline{\hspace{2cm}} \text{ мм рт. ст.} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Па.}$$

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.

$$l_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}$$

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.

$$T_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ } ^\circ\text{C} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ К.}$$

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

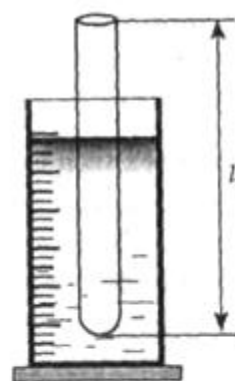


Рис. 1

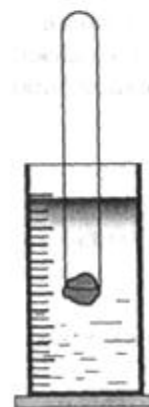


Рис. 2

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

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

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.

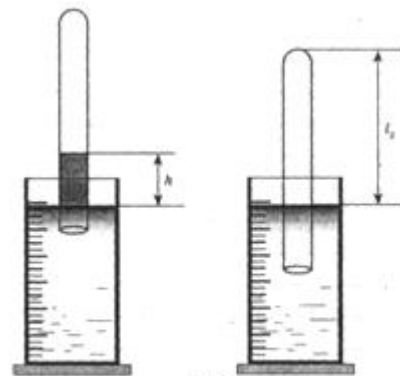


Рис. 3

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

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, m	l_2, m	T_1, K	T_2, K	$\frac{l_1}{l_2}$	$\frac{T_1}{T_2}$

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

Аналіз експерименту та його результатів

Зробіть висновок.

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).

Лабораторна робота №15

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.

Вказівки до роботи

Експеримент

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.).
3. Виміряйте масу порожньої склянки з точністю до 0,01 г.
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.
6. Вдруге зважте склянку m_2 і обчисліть масу m води, що вилілась.
7. Обчисліть поверхневий натяг σ води за формулою:

$$\sigma = \frac{m \cdot g}{n \cdot \pi \cdot D}, \text{ де } m \text{ — маса води, яка вилілась; } g \text{ — прискорення вільного падіння;}$$

n — кількість крапель води; D — внутрішній діаметр скляної трубки-наконечника.

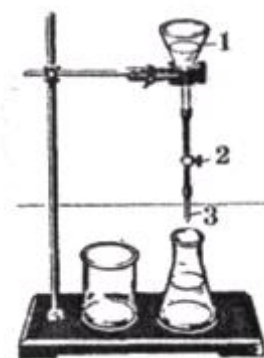
$\sigma =$

8. Результати вимірювань і обчислень занесіть до таблиці 1.

Таблиця 1

$D, \text{ м}$	n	$m_1, \text{ кг}$	$m_2, \text{ кг}$	$m, \text{ кг}$	$\sigma, \text{ Н/м}$	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)

$\varepsilon =$

$\Delta\sigma = \varepsilon \cdot \sigma$

$\Delta\sigma =$

1

Дослід 2

Вимірювання поверхневого натягу води способом піднімання рідини в капілярі

1. Виміряйте діаметр D капіляра.
2. Опустіть капіляр у воду (див рис.) 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 – висот піднімання рідини в капілярі; D – діаметр капіляра.



4. Результати вимірювань і обчислень занесіть до таблиці 2.

Таблиця 2

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

Аналіз експерименту та його результатів

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

Лабораторна робота №16

Тема. Визначення модуля пружності гуми.

Мета: експериментально дослідити деформацію розтягу та визначити жорсткість тіла; ознайомитись із вимірюванням модуля пружності матеріалу, з якого виготовлене тіло.

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) $\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$; (2), де l - довжина тіла після розтягу; l_0 - довжина тіла до розтягу. Розрахункова формула для гумової смужки прямокутного перерізу така:

$E = \frac{mg \cdot l_0}{a \cdot b \cdot \Delta l}$; (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).

Вказівки до роботи

Експеримент

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 досліджу	Величина навантаження $F = mg$, Н	Площа поперечного перерізу S , м ²	l_0 , м	l , м	Видовження Δl , м	Відношення видовження до навантаження $\frac{\Delta l}{F}$, м/Н	Модуль Юнга E , Н/м ²
1.							
2.							
3.							

Оцінка точності проведеного вимірювання

1. Відносна похибка ε :

а) якщо поперечний переріз смужки – прямокутник, то

$$\varepsilon_E = \frac{\Delta F}{F} + \frac{\Delta l_0}{l_0} + \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta(\Delta l)}{\Delta l}$$

де $\Delta F, \Delta l_0, \Delta a, \Delta b, \Delta(\Delta l)$ - абсолютні похибки вимірювань (візьміть значення половини ціни поділки шкали приладу яким вимірювали);

б) якщо поперечний переріз смужки – круг радіусом $R = \frac{d}{2}$, 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 $\Delta E = \varepsilon_E \cdot E_{\text{середн}}$, де $E_{\text{середн}} = \frac{E_1 + E_2 + E_3}{3}$

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

$E =$ _____

Лабораторна робота №17

Тема. Визначення електрохімічного еквівалента міді

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

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

Вказівки до роботи

1. Прослухав інструктаж з т.б. під час виконання роботи.
2. Ретельно очистити поверхню мідних пластин наждачним папером.
3. Виміряти масу катода m_1 до проведення досліду з точністю до 0,01г.
4. Закріпити електроди у тримачі (зважену пластинку з'єднати з від'ємним полюсом джерела) і, не занурюючи їх у ванну з розчином.
5. Скласти електричне коло за схемою.
6. Занурити електроди у ванну з розчином, замкнути коло, встановити за допомогою реостата силу струму в колі не більшу 1А і зафіксувати час.
7. Процес електролізу повинен тривати 15-20 хвилин, при цьому силу струму в колі підтримуйте незмінною (за допомогою реостата).
8. Визначити масу міді m , що виділилась на катоді $m = m_2 - m_1$.
9. Використовуючи перший закон Фарадея та отримані данні обчислити електрохімічний еквівалент міді.

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

$$m = kIt \text{ або } m = kq$$

m - маса речовини, кг, г, мг

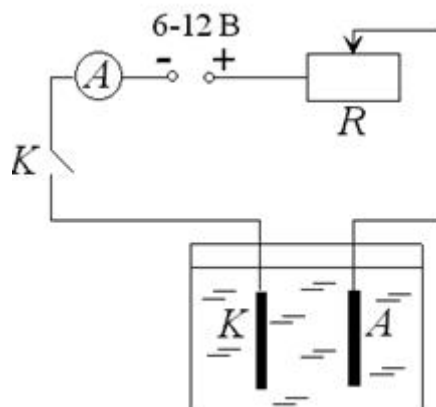
k - електрохімічний еквівалент речовини, див в таблиці

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

t - час електролізу, с $t = m/kI$

q - заряд, Кл $q = m/k$, $q = It$

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



В ролі електроліта у нас розчин сульфату міді (мідний купорос). Тобто на катоді буде осідати мідь. Будемо визначати масу електрода через 10с, 20с.
10. Результати вимірювань та обчислень занести до таблиці

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

Аналіз експерименту та його результатів

Зробіть висновок за результатами дослідю.

Лабораторна робота №18

Тема. Дослідження явища електромагнітної індукції.

Мета: досліджувати й пояснити явище електромагнітної індукції; перевірити виконання правила Ленца.

Обладнання: дві котушки із сердечниками, два смугових магніти, міліамперметр, джерело постійного струму, реостат, ключ, сполучні проводи.

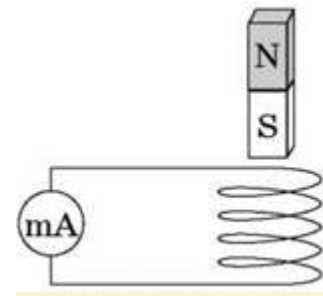
Вказівки до роботи

Експеримент

1. З'єднайте котушку зі значною кількістю витків з міліамперметром, як показано на рисунку.
2. Вставте магніт у котушку, спостерігаючи за показаннями міліамперметра. Залишивши магніт у котушці, спостерігайте за стрілкою приладу.
3. Витягніть магніт з котушки, спостерігаючи за показаннями приладу. З'ясуйте, як змінюються показання міліамперметра, якщо досліди проводити повільно або швидко; з одним магнітом або із двома.
4. У зошиті для лабораторних робіт запишіть, у яку сторону відхиляється стрілка міліамперметра і які його найбільші показання у випадках, коли:
 - магніт вставляють у котушку північним і південним полюсом;
 - змінюють швидкість руху магніту;
 - заміняють один смуговий магніт на два магніти.
5. Поясніть отримані результати. З'ясуйте, від чого залежать величина індукційного струму і його напрямок.
6. Зобразіть на рисунках лінії магнітної індукції магнітного поля постійного магніту; лінії магнітної індукції індукційного поля; напрямок індукційного струму в замкнутому витку в розглянутих вище випадках.
7. Зберіть електричне коло, з'єднавши послідовно джерело струму, реостат, ключ, сполучні проводи. Другу котушку з більшою кількістю витків підключіть до міліамперметра. Вставте одну котушку в іншу й надягніть обидві котушки на загальний сердечник.
8. Помістіть повзунок реостата в положення, що відповідає максимальному опору реостата. Замкніть коло і спостерігайте за показаннями міліамперметра. Спостерігайте, що відбувається під час збільшення або зменшення опору реостата.

Аналіз експерименту та його результатів

Запишіть у зошиті для лабораторних робіт висновок: що ви спостерігали і який отримано результат?



Лабораторна робота №19

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:

$$T = \frac{t}{N}, \quad (3),$$

де N - число коливань за час t. Тоді

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

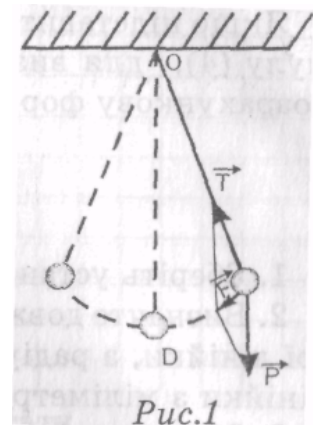
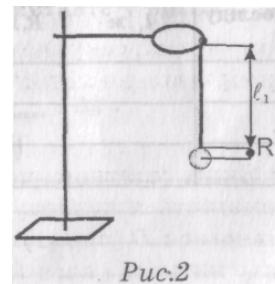


Рис.1

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 , виміряної за допомогою лінійки, радіуса кулі R , виміряного за допомогою штангенциркуля або іншим способом. 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:

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

Вказівки до роботи

Експеримент

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.

№ пп	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_{exp} м/с ²
1.						
2.						
3.						

Оцінка точності результату

1. Знайдіть абсолютну похибку вимірювань.

Виберіть із таблиці значення інструментальних похибок:

$$\Delta t = 1\text{с};$$

$$\Delta l = 1\text{мм}.$$

Похибки відліку приладів:

$$\Delta_{\text{відліку}} t = 0,2\text{с};$$

$$\Delta_{\text{відліку}} l = 0,5\text{мм}.$$

$$\text{Тоді } \Delta t = \Delta_{\text{відліку}} t;$$

$$\Delta t = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$\Delta l = \Delta_{\text{відліку}} l$$

$$\Delta l = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} + 2 \cdot \frac{\Delta t}{t},$$

2. Знайдіть відносну похибку:

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

$$\varepsilon = \underline{\hspace{4cm}}$$

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

$$\Delta g = \underline{\hspace{4cm}}$$

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

$$g = \underline{\hspace{4cm}}$$

Аналіз експерименту та його результатів

Запишіть у зошиті для лабораторних робіт висновок.

Контрольне питання

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

Лабораторна робота №20

Тема. Дослідження коливань пружинного маятника.

Мета: визначити період коливань пружинного маятника, перевірити залежність періоду коливань пружинного маятника від амплітуди коливань, маси вантажу та коефіцієнта жорсткості.

Обладнання: дві пружини різної жорсткості, два тіла різної маси, секундомір, штатив з муфтою, стрижень (вісь блока).

Виконання роботи

1. Визначаю жорсткість пружин:

- 1) визначаю ціну поділки лінійки (бігової доріжки): $C_{л} = \text{---}$;
- 2) вісь блока закріплюю у муфті, а до кінця осі блока підвішую пружину;
- 3) паралельно стрижню штатива до дерев'яного модуля прикріплюю вертикально бігову доріжку так, щоб відстань між пружиною і міліметровою шкалою доріжки була б найменшою (див. мал.);
- 4) фіксую поділку лінійки, проти якої розташований останній виток пружини;
- 5) підвішую тягарець масою 102г та вимірюю видовження пружини:

$$x = \text{--- м};$$

$$k_1 = \frac{mg}{x};$$

- 6) обчислюю жорсткість пружини;
- 7) визначаю жорсткість наступної пружини.

I. Досліджую залежність періоду коливань пружинного маятника від амплітуди коливань.

1.1 Закріплюю одну із пружин (жорсткість - k_1) у штативі та підвішую до неї вантаж меншої маси m_1 так, як показано на рисунку.

1.2 Відводжу маятник з положення рівноваги та відпускаю його: $A_1 = \text{--- м}$. Вимірюю час t_1 , за який маятник здійснює N повних коливань та визначаю період коливань маятника: $t_1 = \text{--- с}$; $N = \text{---}$;

$$T_1 = \frac{t_1}{N}$$

1.3 Повторюю дослід ще один раз, відвівши маятник від положення рівноваги на іншу відстань: $A_2 = \text{--- м}$. Вимірюю час t_2 , за який маятник здійснює N повних коливань та визначаю період коливань маятника:

$$t_2 = \text{--- с}; N = \text{---};$$

$$T_2 = \frac{t_2}{N} \quad T_2 = \text{---} = \text{--- с}.$$

1.4 Результати вимірювань та обчислень записую до таблиці:

Номер досліду	Амплітуда коливань A , м	Кількість коливань N	Час коливань t , с	Період коливань T , с
1	$A_1 = \underline{\hspace{2cm}}$		$t_1 = \underline{\hspace{2cm}}$	$T_1 = \underline{\hspace{2cm}}$
2	$A_2 = \underline{\hspace{2cm}}$		$t_2 = \underline{\hspace{2cm}}$	$T_2 = \underline{\hspace{2cm}}$

1.5 За результатами досліджень роблю висновки.

II. Досліджую залежність періоду коливань пружинного маятника від його маси.

2.1 Підвішую до пружини вантаж іншої маси m_2 (пружину не замінюю) та визначаю період коливань.

2.2 Результати вимірювань та обчислень записую до таблиці:

Кількість коливань N	Час коливань t , с	Період коливань T , с

2.3 Порівнюю значення періоду коливань T з попереднім значенням періоду, отриманим у завданні 1. Роблю висновок.

III. Досліджую залежність періоду коливань пружинного маятника від його жорсткості.

3.1 Замінюю пружину (жорсткість - k_1) на пружину іншої жорсткості: $k_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ Нм.

3.2 Масу вантажу беру таку ж, як у досліді 2: m_2 .

3.3 Визначаю період коливань: $T' = \underline{\hspace{2cm}}$ с.

3.4 Результати вимірювань та обчислень записую до таблиці:

Кількість коливань N	Час коливань t , с	Період коливань T' , с

3.5 Порівнюю період коливань T' з попереднім значенням періоду T , яке отримане у завданні 2: $T' = \underline{\hspace{2cm}}$ с; $T = \underline{\hspace{2cm}}$ с. Роблю висновок.

Аналіз експерименту та його результатів

Запишіть у зошиті для лабораторних робіт висновок з результатів експерименту.

Лабораторна робота №21

Тема. Вимірювання довжини світлової хвилі.

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

Обладнання: лампа з прямою ниткою розжарення, прилад для визначення довжини світлової хвилі, штатив із муфтою, дифракційна ґратка.



Вказівки до роботи

Суворо дотримуйтесь інструкції з безпеки.

Результати вимірювань і обчислень відразу заносьте до таблиці.

Підготовка до експерименту

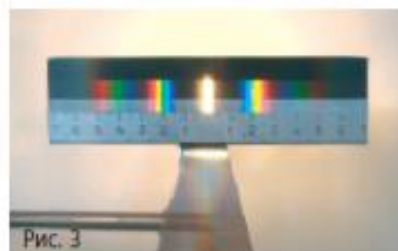
1. Визначте період d дифракційної ґратки. (Зазвичай на ґратці вказують кількість N штрихів на 1 мм, а період ґратки обчислюють за формулою:

$$d = \frac{10^{-3} \text{ м}}{N} .)$$

2. Зберіть установку, зображену на рис. 1.

Експеримент

1. Дивлячись крізь дифракційну ґратку і щілину на лампу розжарювання, спостерігайте на екрані приладу різкі дифракційні спектри, лінії яких паралельні штрихам на шкалі (див. рис. 2, рис. 3).



2. За шкалою на екрані визначте спочатку відстань a_1 від центра щілини до межі фіолетового кольору спектра першого порядку, розташованої праворуч від щілини, потім відстань a_2 від центра щілини до межі фіолетового кольору спектра першого порядку, розташованої ліворуч від щілини.

3. Повторіть дії, описані в п. 2, для межі червоного кольору спектра першого порядку.

4. Виміряйте відстань l від ґратки до екрана.

Період ґратки d , м	Колір спектра	Відстань від центра щілини до межі			Відстань від ґратки до екрана l , м	Довжина хвилі	
		a_1 , м	a_2 , м	$a_{\text{сер}}$, м		виміряна λ , нм	таблична $\lambda_{\text{табл}}$, нм
	Фіолетовий					380–450	
	Червоний					620–760	

Опрацювання результатів експерименту

1. Обчисліть середні значення відстаней від щілини до відповідних меж фіолетового і червоного кольорів спектрів першого порядку.
2. Скориставшись формулою $\lambda = \frac{da_{\text{сер}}}{l}$, обчисліть довжину світлової хвилі фіолетового кольору та світлової хвилі червоного кольору.
3. Оцініть відносну похибку експерименту, порівнявши значення довжин хвиль, отриманих у ході експерименту, з табличним значенням:

$$\varepsilon_{\lambda} = \left| 1 - \frac{\lambda}{\lambda_{\text{табл}}} \right| \cdot 100\%.$$

Аналіз експерименту та його результатів

За результатами експерименту сформулюйте висновок.

Творче завдання

Визначте довжину хвилі світла червоного кольору за дифракційним спектром другого порядку. Порівняйте значення довжини хвилі світла червоного кольору, отримане в результаті цього експерименту, з тим, що було отримане в ході виконання експериментальної роботи. Запишіть причини розбіжності.