

***Визначення прискорення тіла в ході рівноприскореного
прямолінійного руху.***

Мета роботи: визначити прискорення, з яким кулька рухається по похилій ринві.

Обладнання та матеріали: 1. Ринва.

2. Кулька.

3. Штатив з муфтами та лапкою.

4. Металевий циліндр.

5. Лінійка.

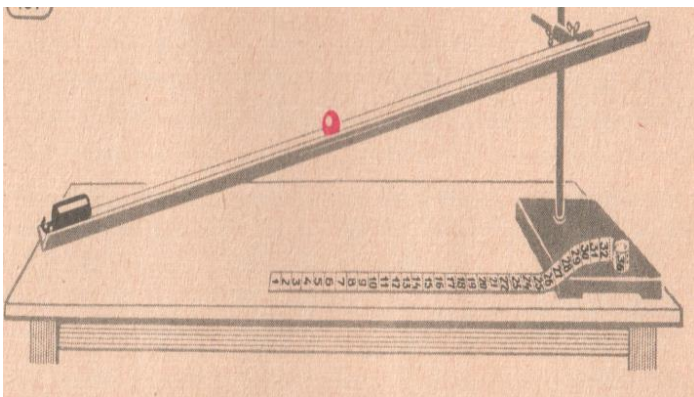
6. Секундомір.

Теорія.

Для цього вимірюють довжину переміщення S за певний час t . При рівноприскореному русі без початкової швидкості $S = \frac{at^2}{2}$, вимірюючи S та t , можна знайти прискорення кульки. Воно дорівнює: $a = \frac{2S}{t^2}$.

Ніякі обчислювання не робляться абсолютно точно. Вони завжди відбуваються з деякими похибками. Найбільш простий спосіб – це визначення середнього арифметичного із результатів незалежних вимірювань однієї і тієї величини, якщо умови досліду не змінюються. Це пропонуємо зробити в цій роботі.

Хід роботи.



1. Закріпити ринву за допомогою штатива в похилому положенні під невеликим кутом до горизонту (як показано на малюнку). З низу на ринві покласти металевий циліндр.

2. Відпустити кульку (одночасно увімкнути секундомір) з верхнього кінця ринви до циліндру.

3. Змінюючи кут нахилу ринви та не змінюючи положення циліндра виміряти час руху кульки.

4. За допомогою лінійки визначити довжину переміщення S кульки. Не змінюючи нахилу ринви дослід повторити 5 разів.

5. За формулою $S = \frac{S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5}{5}$ знайти середнє значення модуля переміщення.

6. А потім розрахувати середнє значення модуля прискорення.

$$a_{\text{ср}} = \frac{2S}{t^2}$$

7. Результати обчислювань занести до таблиці

№ досліду	$S, м$	$S_{ср}, м$	$t, с$	$t, с_{ср}$	$a, м/с^2$	$a_{ср}, м/с^2$	Відносна похибка $\varepsilon_a, \%$	Абсолютна похибка $\Delta a, \frac{м}{с^2}$
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								

Складено викладачем фізики Мірошник О.В.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Тема. Визначення центра мас плоскої фігури.

Мета: ознайомитися з методами визначення центра мас (центра тяжіння); визначити центр мас пластини двома методами: експериментальним і геометричним.

Обладнання: картон, ножиці, тонкий цвях, шило, гайка (або інший невеликий вантаж), нитка завдовжки 30–40 см, лінійка.

Відеоінструкцію можна переглянути за посиланням: <https://bit.ly/3P9baiG>

Теорія.

Для того, щоб тіло рухалось поступально під дією сили, необхідно, щоб лінія дії цієї сили проходила через точку, яку називають центром мас.

Центр мас - це точка, в якій перетинаються лінії дії сил, що примушують тіло рухатись поступально.

Поступальний рух – це такий рух при якому всі точки тіла рухаються однаково по взаємно паралельним прямим. Існує ще й таке означення поступального руху: поступальним називають такий рух при якому будь-яка пряма, проведена між довільними точками тіла під час руху тіла буде переміщуватись паралельно самій собі.

Центром тяжіння називається точка тіла, до якої прикладена сила тяжіння або **центром тяжіння** називається точка тіла, до якої приложена рівнодійна всіх сил тяжіння, що діють на тіло. Якщо тіло знаходиться в полі дії сили тяжіння, то центр мас являється і центром тяжіння. (Виключенням є випадок, коли розміри тіла порівняні з розмірами Землі або більше, тоді ці точки можуть не співпадати).

Хід роботи

Підготовка до експерименту

1. Виріжте з картону плоску фігуру, яка має форму нерівнобічної трапеції (див. рис. 1).
2. У трьох кутах трапеції зробіть шилом отвори, діаметри яких трохи більші за діаметр цвяха.
3. Виготовте висок: до одного кінця нитки прив'яжіть гайку, на другому кінці зробіть петельку.

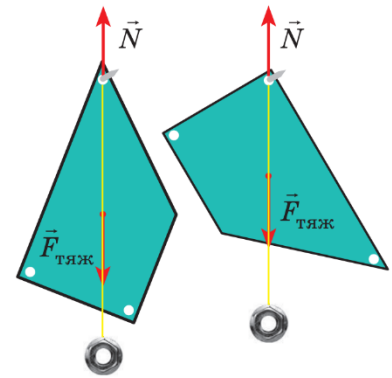


Рис. 1

Експеримент 1. Визначення центра мас експериментальним методом

Суворо дотримуйтесь інструкції з безпеки.

1. Тримайте цвях в руках так, щоб гострий кінець цвяха був вільним; підвісьте на цвях картонну фігуру і висок.
2. Після того як коливання пластини та виска припиняться, олівцем поставте на картоні 2–3 точки вздовж нитки виска.
3. Зніміть пластину та проведіть через позначені точки пряму лінію.
4. Повторіть дії ще для двох отворів. Переконайтеся, що всі три прямі перетнулися в одній точці. Ця точка і є центром мас фігури.

Експеримент 2. Визначення центра мас геометричним методом

Суворо дотримуйтесь інструкції з безпеки.

Зверніть увагу: фігуру для досліду беремо ту саму, а от побудови краще виконувати на її зворотному боці.

1. Розбийте фігуру на паралелограм і трикутник та знайдіть їх центри мас (точки O_1 і O_2 на рис. 2, а).

Центр мас паралелограма розташований у точці перетину його діагоналей, центр мас трикутника – в точці перетину його медіан.

2. Розбийте фігуру на два трикутники та знайдіть їх центри мас (точки O_3 і O_4 на рис. 2, б).

3. Побудуйте відрізки O_1O_2 і O_3O_4 . Точка їх перетину і є центром мас фігури.

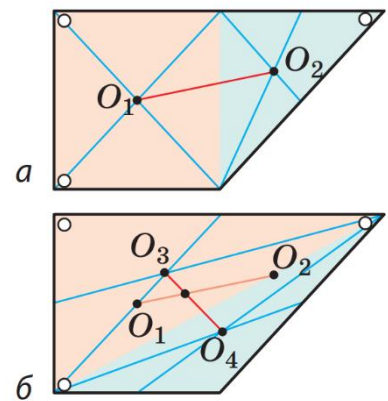


Рис. 2

Аналіз експерименту та його результатів

Проаналізуйте експеримент і його результати. У висновку зазначте:

- 1) що ви визначали, якими методами;
- 2) який метод, на вашу думку, є універсальнішим;
- 3) чи збіглися отримані результати; якщо ні, то в чому причина похибки.

Творче завдання

Запропонуйте щонайменше два способи переконатися в тому, що знайдена вами точка є дійсно центром мас фігури.

Контрольні запитання:

1. Чи означає рівновагу стан спокою тіла?

2. Що означає вираз: тіло(або система тіл) перебуває в стані рівноваги?
3. Які види рівноваги ви знаєте?
4. За яких умов важіль перебуває в рівновазі?
5. Дайте означення центру мас та центру тяжіння.
6. Чи матиме тіло центр мас і центр тяжіння у космосі далеко від Землі та інших планет?

Складено викладачем фізики Мірошник О.В.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Тема. Визначення прискорення вільного падіння за допомогою нитяного маятника.

Мета: виготовити нитяний маятник, визначити за його допомогою прискорення вільного падіння; переконатися в справедливості формули Гюйгенса.

Обладнання: штатив із муфтою та лапкою, металева кулька (або тягарець) із петелькою, нитка завдовжки 1,5–2 м, вимірювальна стрічка, секундомір.

ТЕОРІЯ:

Лабораторія маятників

<https://phet.colorado.edu/uk/simulation/pendulum-lab>

Матеріальна точка, підвішена на невагомій та неростяжній нитці, називається математичним маятником. Період коливань математичного маятника дорівнює :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}};$$

із цього визначимо g :

$$g_{\text{вим}} = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$$

Хід роботи

Підготовка до експерименту

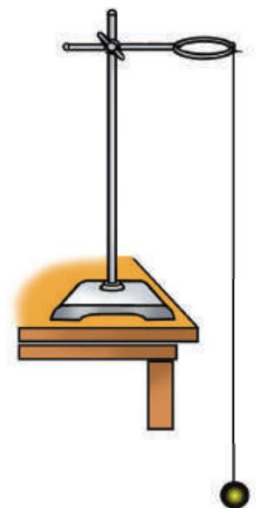
Виготовте маятник (див. рисунок). Нитка маятника має бути досить довгою (70см-90см) – кулька повинна майже торкатися підлоги.

Експеримент

Суворо дотримуйтесь інструкції з безпеки.

Результати вимірювань і обчислень відразу заносьте до таблиці.

1. Виміряйте довжину маятника (відстань від точки підвісу до центра кульки).
2. Відхиліть маятник від положення рівноваги на 5–8 см і відпустіть.
3. Виміряйте інтервал часу, за який маятник здійснює 20 коливань.
4. Повторіть дослід ще тричі, останнього разу (дослід 4) зменшивши довжину маятника вдвічі.



№	Довжина нитки $l, \text{м}$	Кількість коливань N	Час коливань		Період коливань $T, \text{с}$	Прискорення вільного падіння $g_{\text{вим}}, \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	Відносна похибка експерименту $\varepsilon_g, \%$
			$t, \text{с}$	$t_{\text{сер}}, \text{с}$			
1	0,7	20					
2	0,8	20					
3	0,9	20					
4	0,4	20					

Опрацювання результатів експерименту

Частина 1. Вимірювання прискорення вільного падіння

1. За даними дослідів 1–3 визначте:

1) середній час 20 коливань: $t_{\text{сер}} = (t_1 + t_2 + t_3)/3$

2) період коливань маятника: $T = t_{\text{сер}}/N$

3) прискорення вільного падіння: $g_{\text{вим}} = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$

2. Оцініть відносну похибку експерименту, порівнявши значення прискорення вільного падіння, отриманого в ході експерименту ($g_{\text{вим}}$), із табличним значенням ($g_{\text{таб}} = 9,8 \text{ м/с}^2$), за формулою:

$$\varepsilon_g = \left| 1 - \frac{g_{\text{вим}}}{g_{\text{таб}}} \right| \cdot 100 \%$$

Частина 2. Перевірка формули Гюйгенса

1. Для дослідів 4 обчисліть період коливань маятника у два способи:

1) скориставшись означенням періоду: $T = t/N$

2) скориставшись формулою Гюйгенса: $T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$; вважайте, що $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

2. Оцініть відносну похибку експерименту: $\varepsilon_T = \left| 1 - \frac{T}{T'} \right| \cdot 100\%$

Аналіз експерименту та його результатів

Проаналізуйте експеримент і його результати. У висновку зазначте: 1) величини, які ви вимірювали; 2) чи залежать значення цих величин від довжини нитки (якщо залежать, то як); 3) причини похибки.

Висновок

Склав: викладач фізики Мірошник О.В.

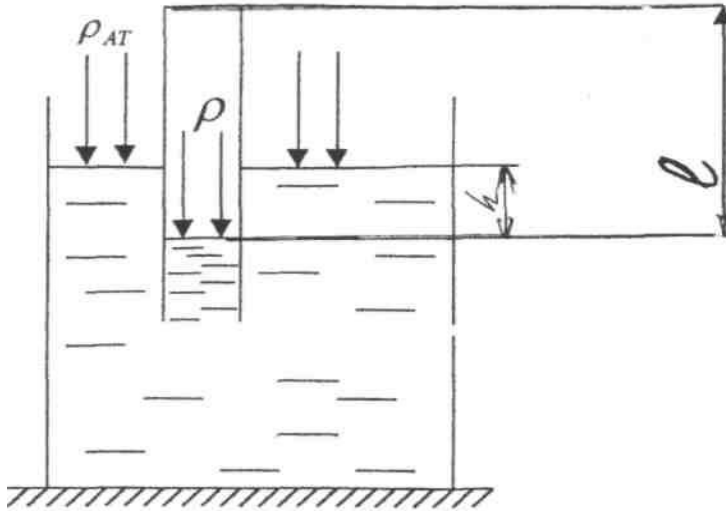
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

Тема: Перевірка закону Бойля-Маріотта

Прилади: Посудина з водою, скляна трубка з запаяним кінцем, лінійка, барометр-анероїд, термометр.

ТЕОРІЯ:

ℓ



Відповідно до закону Бойля-Маріотта для газу масою m при постійній температурі проведення тиску газу на відповідний об'єм залишається незмінною в будь-якому рівноважному процесі. При зануренні трубки в рідину відкритим кінцем до низу замкнуте в трубці повітря буде стискуватись. При будь-якій глибині занурення трубки тиск повітря в трубці P буде врівноважувати атмосферний тиск на поверхні рідини. $P_{ат}$ і гідростатичний тиск стовпчика рідини висотою h (де $\rho = 1000 \frac{кг}{м^3}$, $g = 9,8 \frac{м}{с^2}$)

Результат подайте в кілопаскалях.

$$P_{г} = \rho g h_1 \quad P = P_{атм} + P_{г} = P_{атм} + \rho g h_1$$

Відповідно до закону Бойля-Маріотта $PV = \text{const}$ $P = (P_{атм} + \rho g h_1) V = \text{const}$
враховуючи, що $V = S l$

де S - площа внутрішнього перетину трубки,

l - довжина стовпчика повітря для різної глибини занурення отримуємо:

$$P_{атм} S l_1 = (P_{атм} + \rho g h_1) S l_1 = (P_{атм} + \rho g h_2) S l_2 = (P_{атм} + \rho g h_3) S l_3$$

Звідки $(P_{атм} + \rho g h) l = \text{const}$ $P l = \text{const}$

ХІД РОБОТИ:

1. Барометром виміряти атмосферний тиск.
2. Виміряти довжину повітряного стовпчика в трубці l_0 .
3. Заповнити посудину водою майже доверху.
4. Занурити трубку відкритим кінцем в посудину з водою приблизно до половини посудини.

5. Лінійкою виміряти l та h .
6. Аналогічно виконати дослід при найбільшій глибині занурення.
7. Для кожного досліду розрахувати значення $(P_{\text{атм}} + \rho gh) \cdot l$
8. Знайти середнє значення $P \cdot l$

$$Pl_{\text{сер}} = \frac{P_1 l_1 + P_2 l_2 + P_3 l_3}{3}$$

9. Знайти абсолютну похибку кожного вимірювання:

$$\Delta |Pl|_1 = |Pl|_{\text{сер}} - P_1 l_1$$

$$\Delta |Pl|_2 = |Pl|_{\text{сер}} - P_2 l_2$$

$$\Delta |Pl|_3 = |Pl|_{\text{сер}} - P_3 l_3$$

10. Розрахувати середнє значення абсолютних похибок:

$$\Delta |Pl|_{\text{сер}} = \frac{\Delta |Pl|_1 + \Delta |Pl|_2 + \Delta |Pl|_3}{3}$$

11. Розрахувати відносну похибку вимірювання:

$$\delta = \frac{\Delta |Pl|_{\text{сер}}}{Pl_{\text{сер}}} \cdot 100\%$$

12. Результати вимірювань і розрахунків занести в таблицю.

13. Записати кінцевий результат. Зробити висновки.

Таблиця.

№п\п	Виміряно			Розраховано					
	$P_{\text{ат}}$	h	l	$P_{\text{г}}$	$P \ell$	$ Pl _{\text{сер}}$	$\Delta Pl $	$\Delta Pl _{\text{сер}}$	δ
	Атмосферний тиск	Різниця рівнів води	Висота стовпчика повітря	Гідростатичний тиск	Результат експерименту				
	кПа	м	м	кг/м	умовні одиниці	умовні одиниці	умовні одиниці	умовні одиниці	%
1									
2									
3									

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ :

1. Визначте масу однієї молекули кисню O_2
2. Який рух називається тепловим?
3. Що називається внутрішньою енергією?
4. Визначити температури 300°C , 18°C та -20°C за термодинамічною шкалою.
5. Який закон описує ізотермічний процес?

Склав: викладач Мірошник О.В.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

Тема. Вимірювання ЕРС і внутрішнього опору джерела струму.

Мета: визначити ЕРС і внутрішній опір батареї гальванічних елементів на основі результатів вимірювань сили струму в колі та напруги на зовнішній ділянці кола.

Обладнання: джерело струму (батарея гальванічних елементів), вольтметр, амперметр, ключ, реостат, з'єднувальні проводи.

Хід роботи

Підготовка до експерименту

1. Накресліть схему електричного кола, зображеного на рисунку.



2. Запишіть закон Ома для повного кола й отримайте формулу для визначення внутрішнього опору джерела струму (візьміть до уваги, що $IR = U$).

Експеримент

Суворо дотримуйтесь інструкції з безпеки.

Результати вимірювань і обчислень відразу заносьте до таблиць.

1. Складіть електричне коло за накресленою вами схемою. Установіть повзунок реостата в таке положення, щоб опір реостата був максимальним.
2. Виміряйте напругу на клеммах джерела струму у випадку, коли ключ розімкнено (отримане значення відповідатиме ЕРС джерела струму – $\varepsilon_{\text{вим}}$)
3. Замкніть ключ і виміряйте силу струму I в колі та напругу U на зовнішній ділянці кола.
4. Пересуньте повзунок реостата (тобто змініть опір реостата) і знову виміряйте силу струму I в колі та напругу U на зовнішній ділянці кола.
5. Повторіть дії, описані в п. 4, ще тричі.

Номер досліду	ЕРС $\varepsilon_{\text{вим}}, \text{В}$	Сила струму $I, \text{А}$	Напруга $U, \text{В}$	Внутрішній опір $r, \text{Ом}$	Середнє значення внутрішнього опору $r_{\text{сер}}, \text{Ом}$	Результати вимірювань: $r = r_{\text{сер}} \pm \Delta r, \text{Ом}$ $\varepsilon = \varepsilon_{\text{вим}} \pm \Delta \varepsilon, \text{В}$
1						
2						

3						
4						
5						

Опрацювання результатів експерименту

1. Скориставшись формулою $r = \frac{\varepsilon_{\text{вим}} - U}{I}$, визначте внутрішній опір r джерела струму за результатом кожного досліду та середнє значення внутрішнього опору ($r_{\text{сер}}$):

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

2. Оцініть абсолютну похибку вимірювання ЕРС джерела струму:

$\Delta\varepsilon = \Delta\varepsilon_{\text{прил}} + \Delta\varepsilon_{\text{вип}}$, де $\Delta\varepsilon_{\text{прил}}$ – похибка вольтметра (див. Додаток 2); $\Delta\varepsilon_{\text{вип}}$ – випадкова похибка (похибка відліку), яка в даному випадку дорівнює половині ціни поділки пікали вольтметра.

3. Оцініть абсолютну (Δr) та відносну (ε_r) похибки вимірювання внутрішнього опору джерела струму:

$$\Delta r = \frac{|r_{\text{сер}} - r_1| + |r_{\text{сер}} - r_2| + |r_{\text{сер}} - r_3| + |r_{\text{сер}} - r_4| + |r_{\text{сер}} - r_5|}{5}; \quad \varepsilon_r = \frac{\Delta r}{r_{\text{сер}}}$$

4. Округліть результати, скориставшись правилами округлення (абсолютну похибку завжди округлюють до однієї значущої цифри із завищенням, а результат вимірювання – до величини розряду, що залишився в абсолютній похибці після округлення), і подайте результати вимірювання ЕРС і внутрішнього опору у вигляді:

$$r = r_{\text{сер}} \pm \Delta r; \quad \varepsilon = \varepsilon_{\text{вим}} \pm \Delta\varepsilon$$

Аналіз експерименту та його результатів

За результатами експерименту сформулюйте і запишіть висновок, у якому зазначте:

- 1) які фізичні величини ви вимірювали; значення якої величини було встановлено шляхом прямих вимірювань, а якої – непрямих;
- 2) якими є результати вимірювань;
- 3) у чому причина похибок вимірювань; вимірювання якої величини дає найбільшу похибку.

Склад: викладач Мірошник О.В.

Лабораторна робота № 6.

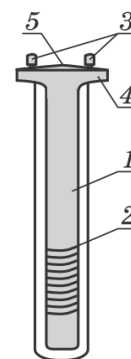
Тема. Вимірювання температурного коефіцієнта опору металу.

Мета: експериментально довести, що залежність електричного опору металевого провідника від температури є лінійною; визначити температурний коефіцієнт опору міді.

Обладнання: мультиметр, термометр, пристрій для вивчення залежності опору металів від температури, нагрівник, посудина з водою, штатив із муфтою та лапкою, лампа на підставці.

Теорія

За допомогою пристрою для вивчення залежності опору металів від температури переконалися на досліді, що залежність опору металевого провідника від його температури є лінійною. Пристрій для вивчення залежності опору металів від температури (рисунок) являє собою намотаний на картонний циліндр 1 мідний дріт 2, кінці якого з'єднані з клемми 3, розташованими на пластмасовій панелі 4 пристрою. Панель має отвір 5, призначений для термометра. Картонний циліндр із дротом вміщений у скляну пробірку.



Для виконання роботи збирають установку (кольоровий рисунок), яка складається з лабораторного пристрою для вивчення залежності опору металів від температури, мультиметра, електроплитки, посудини з водою, термометра та лабораторного штатива з муфтою і лапкою. Потім, нагріваючи воду в посудині і тим самим збільшуючи температуру досліджуваного мідного дроту, вимірюють мультиметром його опір за різних температур.

Хід роботи

1. Зберіть установку, подану на рисунку.
2. Перемкніть тумблер мультиметра на вимірювання опору (Ω), встановивши його навпроти позначки 10^3 Ом.

Експеримент

Суворо дотримуйтесь інструкції з безпеки.

Результати вимірювань і обчислень відразу заносьте до таблиць.

1. Виміряйте початкову температуру t_0 та опір R мідного дроту за цієї температури.

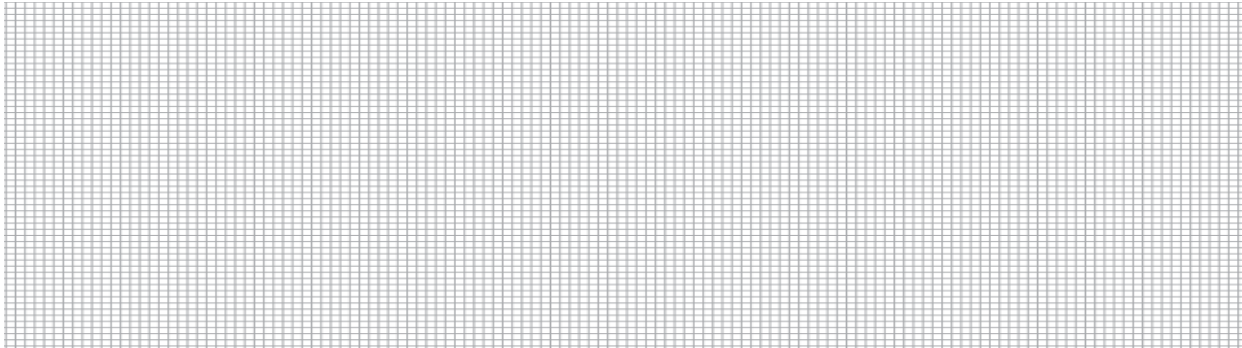
Зверніть увагу! Торкатися клем пристрою щупами мультиметра слід тільки в момент вимірювання опору.

2. Увімкніть нагрівник і, слідкуючи за показами термометра, визначте опір дроту через кожні 10°C в інтервалі від 30 до 90°C . Вимкніть нагрівник.

Температура $t, ^\circ\text{C}$	$t_0 =$	30	40	50	60	70	80	90
Опір $R, \text{k}\Omega$	$R =$							

Опрацювання результатів експерименту

1. За даними таблиці побудуйте графік залежності опору дроту від його температури – $R(t)$. (Внаслідок похибки вимірювань експериментальні точки можуть не лежати на одній очікуваній лінії. У цьому випадку графік проводять так, щоб з обох боків від нього була приблизно однакова кількість точок. Якщо розташування якої-небудь точки значно відхиляється від області розташування інших точок, то її слід вважати промахом і не враховувати під час побудови графіка.)



2. Продовживши графік залежності $R(t)$ до перетину з віссю ординат, знайдіть опір R_0 мідного дроту за температури $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

$$R_0 = \underline{\hspace{2cm}}$$

3. Виберіть на графіку довільну точку та визначте для неї відповідні значення опору R і температури t мідного дроту.

$$R = \underline{\hspace{2cm}} \qquad t = \underline{\hspace{2cm}}$$

Скориставшись формулою $\alpha_{\text{сер}} = \frac{R-R_0}{R_0 t}$, визначте середнє значення температурного коефіцієнта опору міді.

4. Оцініть відносну й абсолютну похибки експерименту, порівнявши отриманий результат із табличним значенням температурного коефіцієнта опору міді:

$$\varepsilon_{\alpha} = \left| 1 - \frac{\alpha_{\text{сер}}}{\alpha_{\text{табл}}} \right|; \quad \Delta\alpha = \alpha_{\text{сер}} \cdot \varepsilon$$

5. Округліть результати вимірювання температурного коефіцієнта опору міді і подайте результати у вигляді: $\alpha = \alpha_{\text{сер}} \pm \Delta\alpha$

Аналіз експерименту та його результатів

Проаналізуйте експеримент і його результати. За результатами експерименту сформулюйте і запишіть висновок, у якому зазначте:

- 1) яку фізичну величину ви вимірювали;
- 2) яким є результат вимірювання;
- 3) у чому причина похибки вимірювання.

Склав: викладач фізики Мірошник О.В.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

Вивчення явища електромагнітної індукції.

Мета роботи: навчитися визначати магнітні полюси котушки зі струмом та перевіряти виконання правила Ленца.

Обладнання та матеріали: 1. Міліамперметр.

2. Джерело струму.
3. Котушки з осердям.
4. Магніт.
5. Вимикач (кнопковий).
6. З'єднювальні провідники.
7. Магнітна стрілка (компас).
8. Реостат.

Теорія.

Е.Р.С. індукції прямо пропорційна швидкості зміни магнітного потоку, який перетинає контур провідника.

$$\mathcal{E}_{\text{інд}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Правило Ленца: індукційний струм, виникаючий у замкнутому контурі, має такий напрямок, що створюваний ним потік магнітної індукції через площу, обмежену контуром, намагається компенсувати ту зміну магнітної індукції, яка викликає цей струм.

Підготовка до проведення роботи.

1. Всунути в одну із котушек залізне осердя, закріпивши його гайкою. Увімкнути цю котушку через міліамперметр, реостат та ключ до джерела струму. Замкнути ключ за допомогою магнітної стрілки (компаса), визначити магнітні полюси котушки зі струмом. Запам'ятати, в яку сторону відхиляється при цьому стрілка міліамперметра.
2. Вимкнути з мережі реостат та вимикач, замкнути міліамперметр на котушку, зберігаючи порядок з'єднання їх клем.

Хід роботи.

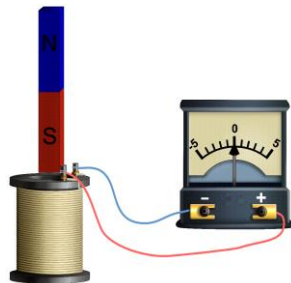
1. Піднести осердя до одного з полюсів магніту та всунути всередину котушки, спостерігаючи за стрілкою.
2. Повторити дослід, висовуючи осердя з котушки, а також міняючи полюси.
3. Замалювати схему досліду та перевірити правила Ленца в кожному випадку.
4. Розмістити другу котушку поряд з першою так, щоб їх осі співпадали.

5. Всунути в обидві котушки залізне осердя та увімкнути другу котушку через вимикач до джерела струму.
6. Розмикаючи та вмикаючи вимикач, спостерігати відхилення стрілки міліамперметра.
7. Замалювати схему досліду та перевірити виконання правила Ленца.

ДОСЛІДИ ФАРАДЕЯ

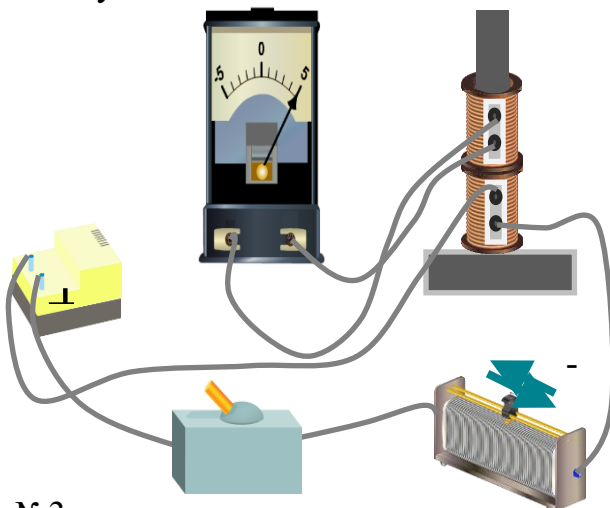
Дослід №1

Під час руху магніту стрілка гальванометра відхилиться – це свідчить про наявність струму



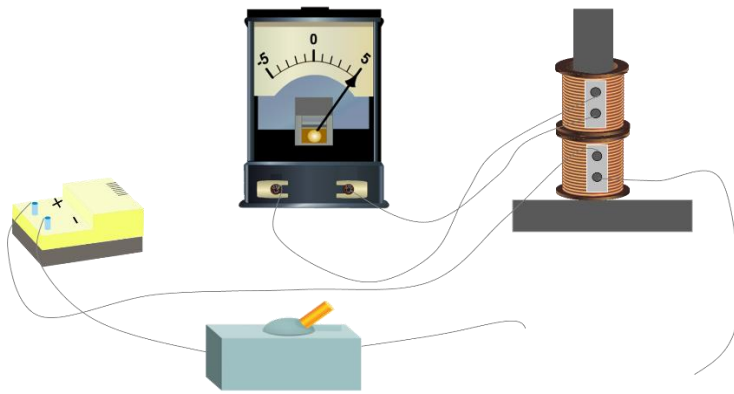
Дослід №2

Струм в котушці А виникатиме як під час збільшення, так і під час зменшення сили струму в котушці В



Дослід №3

Струм у котушці А виникатиме у момент замикання або в момент розмикання кола котушки В



- 1) Індукційний струм виникає у соленоїді при відносному переміщенні соленоїда та магніту.
- 2) У соленоїді В виникає індукційний струм тільки при відносному переміщенні соленоїда В та котушки А.
- 3) Під час замикання кола соленоїда виникає магнітне поле, а під час розмикання зникає. При зміні струму у колі за допомогою реостата легко переконатися, що при зростанні сили виникає струм одного напрямку, а при зменшенні – протилежного

Складено викладачем фізики Мірошник О.В.

Лабораторна робота № 8.

Тема: Вимірювання індуктивності котушки

Мета: експериментально визначити індуктивність котушки; переконатися на досліді, що індуктивність котушки суттєво залежить від наявності осердя.

Обладнання: регульоване низьковольтне джерело змінної напруги, вольтметр і міліамперметр змінного струму, мультиметр, котушка з осердям, ключ, з'єднувальні проводи.

Теорія

Вивчаючи постійний струм, ми знаємо, що всі провідники (за винятком надпровідників) мають *електричний опір*. Провідники чинять опір і змінному струмові, однак у колах змінного струму існують різні види опорів: *активні опори* і *реактивні опори*.

Реактивний опір – це додатковий опір струмові, що чинять конденсатор і котушка індуктивності, введені в коло змінного струму.

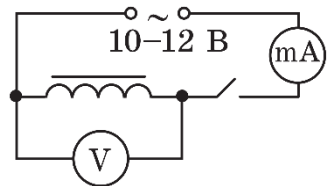
Із формули для визначення повного опору Z кола змінного струму, яке містить котушку $Z = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$, отримайте формулу для визначення індуктивності L котушки.

Хід роботи

Суворо дотримуйтесь інструкції з безпеки.

Результати вимірювань і обчислень відразу заносьте до таблиць.

1. Перемкніть тумблер мультиметра на вимірювання опору (Ω) і виміряйте активний опір котушки.
2. Складіть електричне коло за поданою на рисунку схемою.
3. Вимкніть ключ і приєднайте коло до джерела змінної напруги.
4. Увімкніть джерело змінної напруги, установіть регулятор на нульову позначку, замкніть ключ.
5. Поступово збільшуючи напругу, виміряйте силу змінного струму за чотирьох значень напруги.
6. Розімкніть коло, вийміть із котушки осердя і повторіть дії, описані в пунктах 4, 5, для котушки без осердя.



Котушка	Активний опір R , Ом	Напруга, В				Сила струму, А				Середній повний опір $Z_{\text{сер}}$, Ом	Індукти- тивність котушки $L_{\text{сер}}$, Гн
		U_1	U_2	U_3	U_4	I_1	I_2	I_3	I_4		
з осердям											
без осердя											

Опрацювання результатів експерименту

Дії, описані нижче, виконайте для *котушки з осердям* і для *котушки без осердя*.

1. Побудуйте графік $U(I)$ – залежності діючої напруги від діючої сили струму.



2. За графіком $U(I)$ визначте середнє значення повного опору ділянки: $Z_{\text{сер}} = \frac{U'}{I'}$ де U' і I' – значення сили струму і напруги для довільно обраної точки графіка.

3. Обчисліть середнє значення індуктивності котушки (якщо $R \ll Z$, то активним опором котушки можна знехтувати, тоді $L_{\text{сер}} \approx \frac{Z_{\text{сер}}}{\omega} \approx \frac{Z_{\text{сер}}}{2\pi\nu}$ де $\nu = 50$ Гц – частота зміни напруги в мережі).

Аналіз експерименту та його результатів

Проаналізуйте експеримент і його результати. За результатами експерименту сформулюйте і запишіть висновок, у якому зазначте:

- 1) яку фізичну величину ви вимірювали;
- 2) результати вимірювань;
- 3) чи залежить індуктивність котушки від поданої напруги; від наявності осердя;
- 4) причини похибки.

Висновок

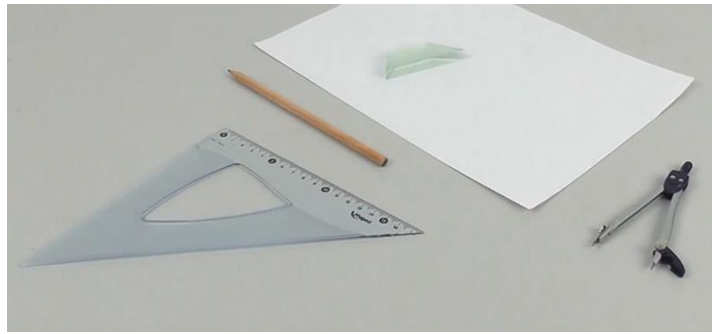
Складено викладачем фізики Мірошник О.В.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9

Тема. Дослідження заломлення світла

Мета: дослідити заломлення світла на межі «скло — повітря», визначити показник заломлення скла відносно повітря.

Обладнання: скляна пластинка з паралельними гранями, аркуш гофрованого картону, олівець, 4 шпильки, косинець із міліметровою шкалою, циркуль.



Хід роботи

Підготовка до експерименту

1. Перед тим як виконувати роботу, згадайте:

- 1) вимоги безпеки під час роботи зі скляними предметами;
- 2) закони заломлення світла;
- 3) формулу для визначення показника заломлення середовища 1 відносно середовища 2.

2. Підготуйте рисунки для виконання роботи (див. рис. 1). Для цього:

- 1) покладіть скляну пластинку на сторінку зошита і гостро заточеним олівцем окресліть контур пластинки;
- 2) на відрізку, що відповідає положенню верхньої заломної грані пластинки:

- позначте точку O ;
- проведіть через точку O пряму k перпендикулярну до даного відрізка;
- за допомогою циркуля побудуйте коло радіусом 4-5 см із центром у точці O ;

- 3) під кутом приблизно 45° накресліть промінь, який задаватиме напрямок пучка світла, що падає в точку O ;
- позначте точку перетину променя і кола літерою A ;

- 4) повторіть дії, описані в пунктах 1-3, ще тричі (виконайте ще три рисунки), спочатку збільшивши, а потім зменшивши заданий кут падіння променя світла.

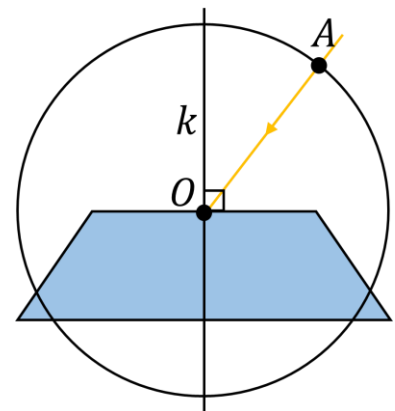


Рисунок 1

Експеримент

Суворо дотримуйтесь інструкції з безпеки.

Результати вимірювань і обчислень відразу заносьте до таблиці.

1. Покладіть під аркуш зошита з першим контуром аркуш гофрованого картону, накладіть на контур скляну пластинку.

2. Встроміть вертикально в точки A і O шпильки 1 і 2 (див. рис. 2).

3. Дивлячись на шпильки 1 і 2 крізь скло, встроміть шпильки 3 і 4 так, щоб усі чотири шпильки здавалися розташованими на одній прямій.

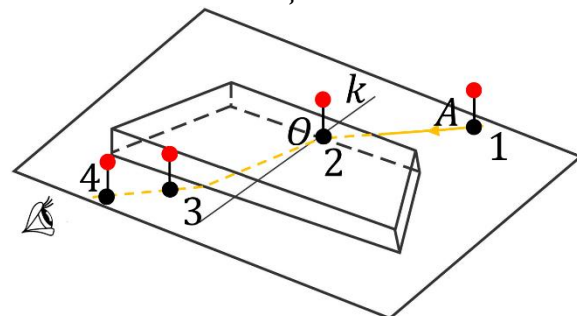


Рисунок 2

4. Приберіть шпильки і пластинку, проведіть через основи шпильок 3 і 4 пряму, позначте точку M і накресліть заломлений промінь OM (див. рис. 2 і 3).
5. Повторіть дії, описані в пунктах 1-4, ще для трьох контурів.

Опрацювання результатів експерименту

№	Довжина відрізка		Показник заломлення		Похибка експерименту		Результат $n = n_{\text{сер}} \pm \Delta n$
	a , мм	b , мм	n	$n_{\text{сер}}$	ε , %	Δn	
1							
2							
3							
4							

На кожному рисунку:

1. Зазначте кут падіння і кут заломлення.
2. Із точок A і B опустіть перпендикуляри на пряму k і виміряйте довжини a і b отриманих відрізків (див. рис. 3).
3. Визначте показник заломлення скла відносно повітря:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}; \quad \sin \alpha = \frac{a}{r}; \quad \sin \gamma = \frac{b}{r} \quad \Rightarrow \quad n = \frac{a}{b}$$

4. Побудуйте графік залежності $a(b)$ і визначте середнє значення показника заломлення (див. Додаток 2 підручника).

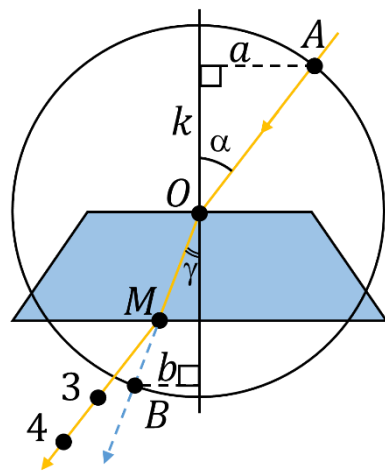
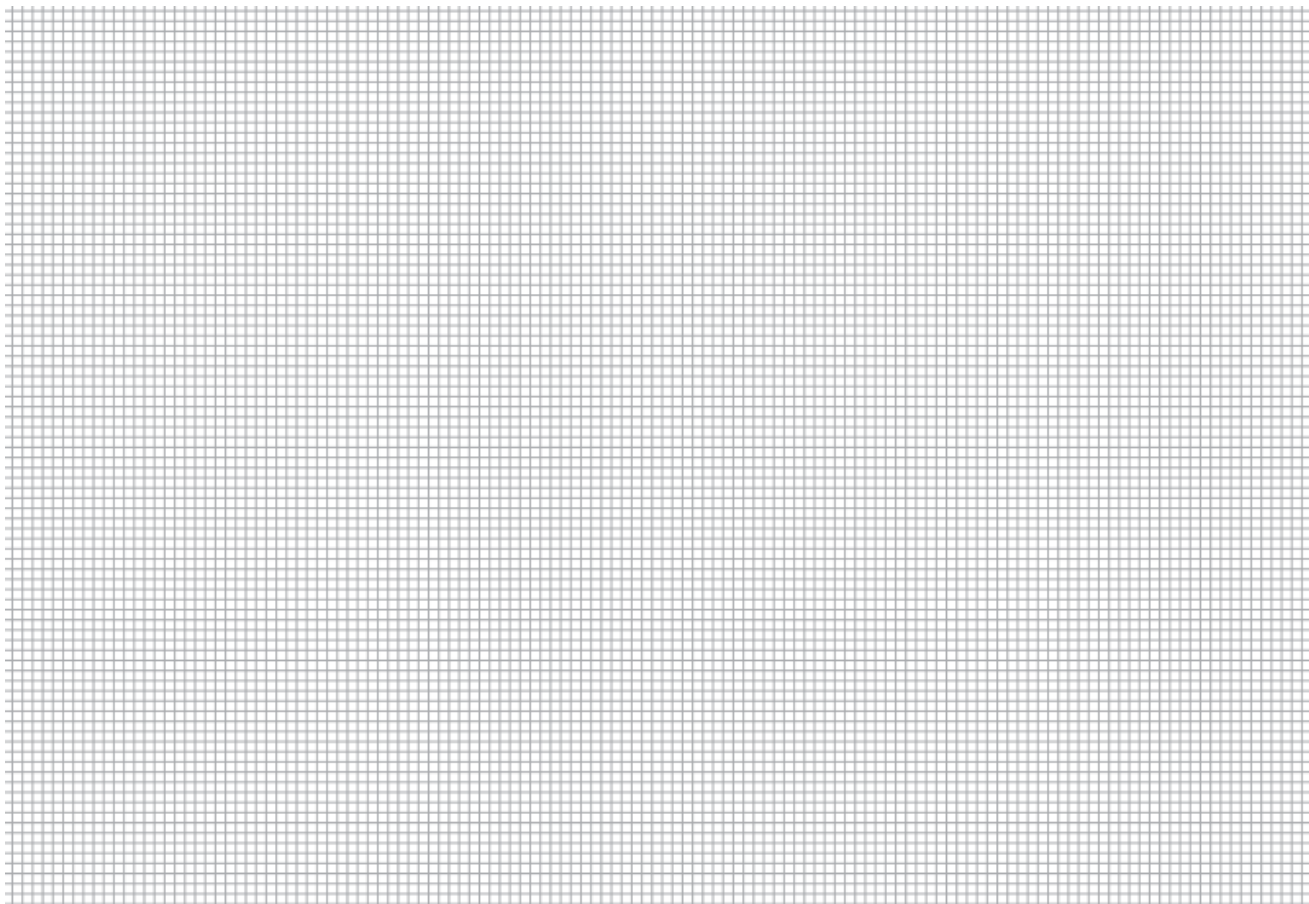


Рисунок 3



5. Визначте відносну й абсолютну похибки вимірювання показника заломлення скла відносно повітря, округліть результати, скориставшись правилами округлення (див. Додаток 2 підручника).

Аналіз експерименту та його результатів

Проаналізуйте експеримент і його результати. Сформулюйте висновок, у якому зазначте: 1) яку фізичну величину ви визначали;

2) який результат отримали;

3) чи залежить значення отриманої величини від кута падіння світла;

4) у чому причини можливої похибки експерименту.

Висновок

Складено викладачем фізики Мірошник О.В.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 10

Тема: Спостереження спектрів випромінювання та поглинання за допомогою спектроскопа.

Мета роботи: навчитися самостійно отримувати і спостерігати спектри.

ВІДПОВІСТІ НА ЗАПИТАННЯ:

1. Як отримати суцільний спектр?
2. Який спектр мають розпечені пари натрію?
3. Як отримати спектр поглинання?

Прилади: спектроскоп, спектральні трубки, прилад "Спектр".

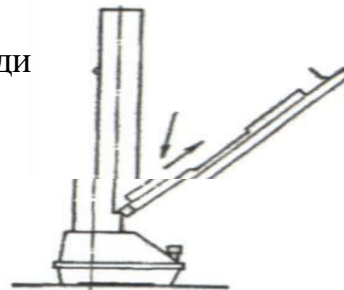
ТЕОРІЯ:

Будь яке тіло, яке світе, створює спектр, який має назву *спектр поглинання*. Спектр буває: 1) суцільний, 2) лінійчатий, 3) смугастий.

Суцільний спектр має вигляд суцільної смуги, колір якої постійно переходить один в одній. Такий спектр відходить від розпечених твердих тіл чи рідин і виявляється однаковим незалежно від їх хімічного складу.

Лінійчатий спектр складається з окремих кольорових ліній розділеними темними проміжками. Такий спектр одержується від розпечених газів і парів, коли їх тиск мало відрізняється від нормального і газу знаходяться в нормальному стані.

Кожний хімічний елемент в стані розпеченого газу, складений з атомів, які світяться, дає присутній йому одному лінійчатий спектр з характерними для нього кольоровими лініями, завжди розташований на визначеному місці шкали. Молекулярні спектри завжди виявляються *смугасті*.



а)



лінійчатий

б)



суцільний

в)



смугастий

ХІД РОБОТИ:

I. Суцільний спектр

1. Підпалюємо свічку і розглядаємо через спектроскоп суцільний спектр.
2. Знаходимо в спектрі основні кольори.

II. Спектр поглинання

1. Ставимо поміж спектроскопом і спиртівкою світофільтри і роздивляємось отримані спектри.
2. Запишемо в зошит які промені пропускають кожний із фільтрів.

III. Лінійчатий спектр

1. Розташовуємо в полум'я спиртівки асбест, змочений розчином повареної солі, полум'я розфарбовується в жовтий колір (колір основної спектральної лінії натрія)
2. Роздивимось в спектроскопі спектр натрію.
3. Замалюємо спектр натрію в зошиті.

Примітка : можна замінити спиртівку неоновую лампою і роздивитись спектр неону.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Який зв'язок існує поміж спектрами спускання і поглинання для однієї і тієї речовини ?
2. Чи однаковою прозорістю володіє кожна речовина для різного роду проміння ? Привести приклади.
3. Яку назву має тіло, яке пропускає всі промені, які на нього падають ?
4. Чи існує в природі абсолютне чорне тіло ?
5. Зробити висновки про зроблену роботу. Відповісти на запитання інструкції.

Склав: викладач Мірошник О.В.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 11

Тема: Вимірювання довжини світлової хвилі.

Мета роботи:

навчитися визначати довжину світлової хвилі для різних видимих променів спектра за допомогою дифракційної ґратки

ВІДПОВІСТІ НА ЗАПИТАННЯ: 1.

Яка природа світлових хвиль?

2. Вказати діапазон хвиль для червоних, синіх та фіолетових променів?

3. Що таке дифракція світла?

ОБЛАДНАННЯ: 1. Прилад для вивчення довжини світлової хвилі, дифракційні ґратки, підставка від об'ємного столика, лампа з прямою ниткою розжарення.

ТЕОРІЯ:

Дифракційні ґратки – це скло, на якому нанесені паралельні штрихи (100 на 1мм.) За її допомогою отримуємо дифракційний спектр, по якому визначається довжина хвилі будь-якого спектрального кольору.

Відомо, що

$$\lambda_{\phi} = \frac{d \cdot a_{cp}}{n \cdot b'}$$

Де λ - довжина світлової хвилі

d - стала дифракційних ґраток
 ϕ - кут падіння

n - порядок спектра

Хід роботи.

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.

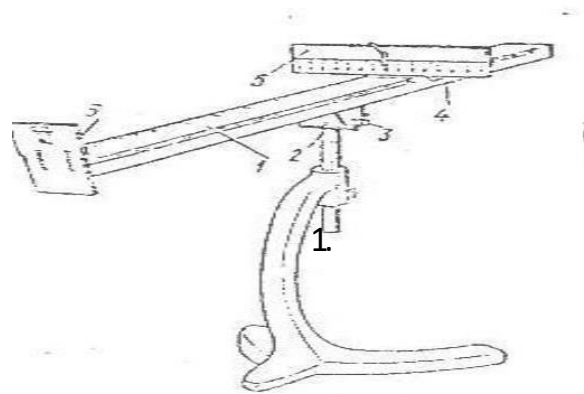
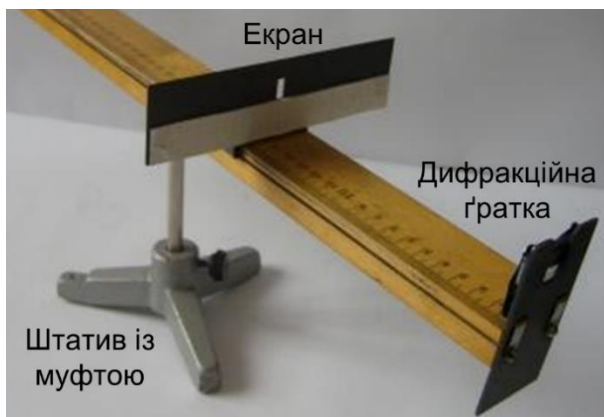


Рисунок 1

3. 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).

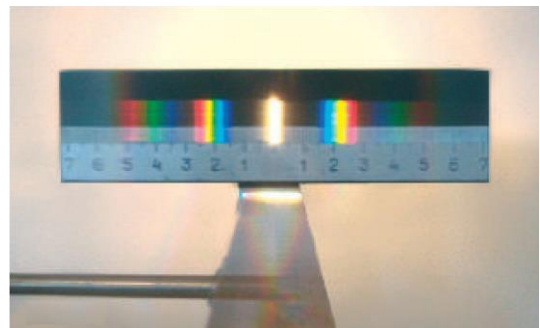


Рисунок 2

4. 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.

Рисунок 3

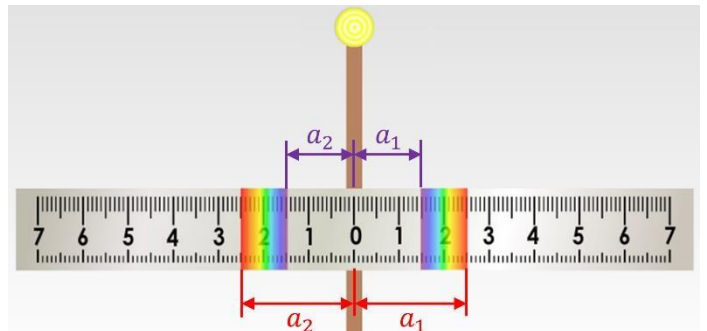


Рисунок 4

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

6. Виміряйте відстань l від ґратки до екрана.

Період ґратки $d, \text{м}$	Колір спектра	Відстань від центра			Відстань від ґратки до екрана $l, \text{м}$	Довжина хвилі	
		$a_1, \text{м}$	$a_2, \text{м}$	$a_{\text{сер}}, \text{м}$		виміряна $\lambda, \text{нм}$	таблична $\lambda_{\text{табл}}, \text{нм}$
	Фіолетовий	<u>праворуч</u>	<u>ліворуч</u>				380-450
							600-760

7. Обчисліть середні значення відстаней від щілини до відповідних меж фіолетового і червоного кольорів спектрів першого порядку.

8. Скориставшись формулою $\lambda_l = da_{\text{сер}}$, обчисліть довжину світлової хвилі фіолетового кольору та світлової хвилі червоного кольору.

9. Оцініть відносну похибку експерименту, порівнявши значення довжин хвиль, отриманих у ході експерименту, з табличним значенням:

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

Склав викладач

Мірошник О.В.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 12

Тема: : Вивчення зоряного неба за допомогою рухомої карти.

Мета роботи: Ознайомитися із будовою рухомої карти зоряного неба та навчитися нею користуватися

Обладнання та матеріали: Рухома карта зоряного неба.

Теорія.

Вигляд зоряного неба внаслідок обертання Землі навколо своєї осі та Сонця змінюється. За допомогою рухомої карти зоряного неба навчимося визначати координати сузір'я. Лінія внизу накладного кола буде відтворювати лінію горизонту. Лінія, що проведена від півдня до півночі накладного кола, покаже напрямок небесного меридіану. На карті зорі показані чорними крапками, туманності показані штрихованими лініями. Північний полюс світу зображений в центрі карти. Лінії, що йдуть від північного полюса світу, показують положення від схилення, найближча відстань між якими дорівнює 2 годинами. Небесні паралелі нанесені через 30° .

δ - схилення світил

γ - точка весняного рівноденства

α -точка осіннього рівноденства

По краю зоряної карти нанесені місяць і числа, а на накладному колі — години.

Для визначення місцезнаходження небесного світила необхідно місяць, число, що вказані на зоряній карті, сумістити з годиною спостереження на накладному колі.

Хід роботи.

Ознайомлення з рухомою картою зоряного неба

Рухома карта зоряного неба - навчальний посібник з астрономії, за допомогою якого можна визначити вигляд зоряного неба у довільний момент доби будь-якого дня року.

Вона дозволяє ефективно розв'язувати практичні задачі щодо визначення умов видимості небесних світил для заданого пункту Землі, тобто моментів їх сходу над горизонтом, заходу за горизонт, кульмінації тощо.

Рухома карта зоряного неба складається з двох частин: власне карти, виготовленої у вигляді круга, на якій зображено область неба від Північного полюса світу до 45° південного схилення ($\delta = -45^\circ$), і допоміжного накладного круга.

На рухомих картах зірки зображають темними або світлими точками. Розміри точок відображають видимі зоряні величини зір і, як правило, позначені у міру зменшення їх яскравості α (альфа), β (бета), γ (гамма) і т.д.

У центрі карти розташований Північний полюс світу. Від Північного полюса через кожні 15° (1 годину) проведені радіальні прямі, які відображають кола схилення, біля яких на краю карти нанесені числа, які відображають пряме піднесення у годинній мірі.

Початкове коло схилення проходить через точку весняного рівнодення і позначено знаком сузір'я Овна Υ . Для цього кола пряме піднесення $\alpha = 0$. Діаметрально протилежне коло схилення з прямим піднесенням $\alpha = 12^h$ проходить через точку осіннього рівнодення. Ця точка позначена знаком сузір'я Терези Υ .

Концентричні кола на карті з інтервалом у 30° відображають небесні паралелі, а числа у точках їх перетину з нульовим і 12-годинним колами схилення відповідають їхньому схиленню δ , вираженому у градусах. Паралель, схилення якої $\delta = 0$, є небесним екватором. Всередині від цієї паралелі розміщена північна частина небесної сфери, ззовні неї - пояс небесних об'єктів південної.

Необхідно зауважити, що вигляд південної частини небесної сфери на карті децю спотворений, оскільки небесні паралелі цієї частини за розмірами зображені більшими за розміри екватора.

Для зручності користування картою на її краю нанесено три лімби:

- зовнішній, який розділений за числом місяців у році на дванадцять частин;
- середній, який відповідає дням року з інтервалом 5 діб;
- внутрішній - зі шкалою прямих піднесень.

Вирізаний еліпс накладного круга відповідає лінії видимого або математичного горизонту для певної широти місця спостереження (для карт в Україні $50^\circ \pm 5^\circ$). Уздовж краю накладного круга нанесено годинну шкалу (годинний лімб), за якою можна робити відлік середнього місцевого часу.

- Напрямок відліку часу на цьому лімбі проводять проти обертання стрілки годинника. Ціна поділки шкали годинного лімба 10^m . Крім нього на крузі позначені основні точки горизонту: «схід», «захід», «північ», «південь». Пряма, що проходить через точки півдня і півночі, відповідає проекції небесного меридіана на площину математичного горизонту.

Екліптика на карті зображена еліпсом, який перетинає небесний екватор у точках весняного і осіннього рівнодень. Точка перетину прямої, проведеної з полюса світу на той чи інший день шкали календарних дат, з екліптикою показує положення Сонця на небесній сфері у заданий день.

Світила, які знаходяться біля східного краю вирізу, будуть тими, що сходять, а світила, близькі до західної сторони вирізу, тими, що заходять. Світила, які знаходяться на меридіані між Північним полюсом світу і точкою півдня перебувають у верхній кульмінації, а ті, що знаходяться на меридіані на північ від полюса світу - у нижній кульмінації.

Примітки:

- Слід зауважити, що у випадку, коли карта лежить на столі, вона відображає розміщення зір, які знаходяться вгорі, і в уяві переносити їх зображення на небо необхідно відповідно до напрямів на сторони горизонту.
- Працюючи з картою, слід пам'ятати, що сузір'я на ній зображені в дещо спотвореному, розтягнутому вигляді, оскільки небесну сферу, як і земну кулю, не можна зобразити на площині без викривлень.

Контрольні запитання:

1. Встановити рухому карту зоряного неба на день і годину спостереження і назвати сузір'я, що розміщені в південній частині неба від горизонту до полюса світу.
2. Знайти сузір'я, що розміщені між точками заходу та півночі 10 жовтня о 21 годині.
3. Знайти на зоряній карті сузір'я з позначеними на них туманностями і перевірити, чи можна їх спостерігати неозброєним оком.
4. Визначити, чи будуть видні сузір'я Діви, Рака, Терезів, о півночі 15 вересня. Яке сузір'я в цей же час буде знаходитися біля горизонту на півночі ?
5. Відповісти на запитання : чи може для даної широти 20 вересня Андромеда знаходитися в зеніті ?
6. Визначити, яке сузір'я буде знаходитись біля горизонту 5 травня

Складено викладачем Мірошник О.В