

У пропонованому посібнику подано інструкції для виконання фронтальних лабораторних робіт у 8 класі, передбачених програмою з фізики для 12-річної школи. Роботи дібрані так, щоб для їх виконання можна було використовувати як стандартне обладнання, так і прості саморобні прилади. Тому всі роботи можуть бути виконані у будь-якій школі. Після проведення необхідних вимірювань потрібно заповнити таблицю. Обчислення, рисунки і записи кінцевих результатів досліджень учні виконують на спеціально відведених для цього місцях сторінки у клітинку. Після лабораторних робіт є запитання, які дадуть змогу учневі повніше зрозуміти суть фізичних явищ, що вивчалися в роботі, а вчителю – перевірити якість засвоєння навчального матеріалу. Завдання підвищеної складності, відмічені зірочкою, дозволять учням поглибити свої знання та поліпшити практичні вміння.

Для вдосконалення навичок проведення експериментальних досліджень запропоновано домашні завдання, які після проведення лабораторної роботи потрібно переписати в робочий зошит і виконати вдома.

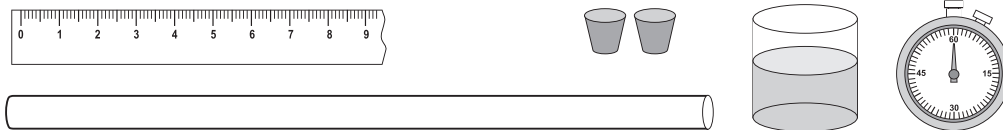
На розсуд учителя лабораторні роботи можна проводити в різних формах: демонстраційна лабораторна робота (наприклад: “Вимірювання температури за допомогою різних термометрів”, “Визначення густини речовини гідростатичним методом”, “Вивчення характеристик звуку”); короткочасна лабораторна робота (наприклад: “Вимірювання швидкості руху тіла”, “Вимірювання частоти обертання тіл” тощо); фронтальна лабораторна робота, яку виконують одночасно всі учні класу, причому кожен учень або групи користуються однотипними приладами відповідно до спільного для всіх учнів плану; пошуково-конструкторська лабораторна робота (наприклад: “Конструювання динамометра”), виконання якої можна здійснювати як на уроці під керівництвом учителя, так і в домашніх умовах; пошуково-дослідницькі завдання для домашнього виконання (наприклад: “Дослідження коливань маятника” тощо).

Дотримуйтеся техніки безпеки під час виконання лабораторних робіт! Особливо уважними й обережними будьте при роботі зі склом.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1
ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ ТІЛА

Мета: дослідити рівномірний прямолінійний рух; визначити швидкість рівномірного руху бульбашки повітря у трубці з водою.

Обладнання: скляна трубка довжиною 20–30 см, два корки, склянка з водою, секундомір, лінійка або вимірювальна стрічка.



Потрібно знати

Рівномірний рух – рух, при якому тіло за будь-які рівні проміжки часу проходить однакові шляхи. Прикладом є рух бульбашки, яка спливає в трубці з водою. Щоб з'ясувати, чи рівномірно рухається тіло, потрібно виміряти проміжки часу, за які тіло проходить однакові шляхи, і порівняти їх.

Для визначення швидкості v руху бульбашки потрібно виміряти шлях s , пройдений бульбашкою повітря в скляній трубці з водою, та час її руху t . За

формулою $v = \frac{s}{t}$ обчислити швидкість.

Жодні вимірювання не можна виконати абсолютно точно, бо завжди є похибка, пов'язана з недосконалістю засобів вимірювання та іншими причинами. Проте і за наявності похибок є декілька способів проведення доволі точних вимірювань. Найпростіший з них – обчислення середнього арифметичного з результатів кількох вимірювань тієї самої величини, якщо умови досліду не змінюються.

Потрібно зробити в класі

1. Закрийте нижній кінець скляної трубки корком. Заповніть трубку водою так, щоб в трубці залишився стовпчик повітря висотою приблизно 1 см, і закрийте корком верхній кінець трубки (рис. 1).

2. Виміряйте довжину стовпчика води в трубці.

3. Нанесіть на трубку мітки, поділивши довжину стовпчика води на три рівні частини.

4. Розташуйте трубку вертикально і швидко переверніть так, щоб стовпчик повітря виявився знизу. Одночасно увімкніть секундомір. Визначте час, за який бульбашка проходить кожен із трьох відрізків. Результати вимірювань занесіть в таблицю:



Рис. 1.

Шлях, см			
Час, с			

5. Переверніть трубку та визначте час, за який бульбашка підніметься вгору.

14. За результатами досліджень зробіть висновок.

Потрібно відповісти

1. Чому при вимірюванні швидкості потрібно провести декілька дослідів?

Потрібно зробити вдома

Визначте, як залежить швидкість руху бульбашки повітря від кута нахилу трубки (її можна взяти пластикову для коктейлю).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

ВИМІРЮВАННЯ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ТІЛ

Мета: визначити частоту обертання диска.

Обладнання: модель електродвигуна розбірна, картонний диск, секундомір.

Потрібно знати

Частота обертання n дорівнює відношенню кількості обертів N до часу t , за який вони відбулися:

$$n = \frac{N}{t}.$$

Таким чином, для знаходження частоти обертання потрібно визначити час певної кількості обертів.

Потрібно зробити в класі

1. Накресліть на картонному диску радіус, закріпіть диск на осі електродвигуна. Підключіть електродвигун до джерела живлення (рис. 1).

2. Увімкніть електродвигун, замкнувши ключ.

3. Дочекайтеся, поки обертання двигуна не стане рівномірним (швидкість його обертання має бути невеликою), відмітьте положення радіуса, одночасно ввімкнувши секундомір. Виміряйте час, за який диск зробить 20 обертів. Обчисліть частоту обертання диска.

4. Дослід повторіть п'ять разів.

5. Обчисліть середнє значення частоти обертання за формулою

$$n_c = \frac{n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5}{5}.$$

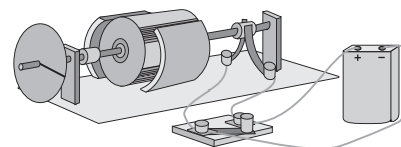


Рис. 1.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3
ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛИВАНЬ МАЯТНИКА

Мета: виготовити маятник і визначити період його коливань.

Обладнання: кулька, нитка, лабораторний штатив, учнівська лінійка, годинник з секундною стрілкою.

Потрібно знати

Для визначення періоду коливань маятника T потрібно виміряти час t , за який відбувається N коливань, і поділити його на число коливань:

$$T = \frac{t}{N}.$$

Потрібно зробити в класі

1. Прив'яжіть кульку до нитки і підвісьте її до затискача штатива (рис. 1).

2. Відведіть кульку від положення рівноваги на невеликий кут і відпустіть.

3. Виміряйте час, протягом якого кулька здійснює 20 повних коливань, і обчисліть період коливань.

4. Повторіть дослід п'ять разів. Обчисліть середнє значення періоду коливань.

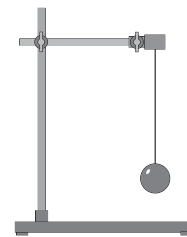


Рис. 1.

$$T_c = \frac{T_1 + T_2 + \dots + T_z}{z},$$

де z – кількість вимірювань.

5*. Обчисліть абсолютні похибки вимірювань.

$$\Delta T_1 = |T_1 - T_c|, \Delta T_2 = |T_2 - T_c|, \dots, \Delta T_z = |T_z - T_c|.$$

6*. Обчисліть середнє значення абсолютної похибки.

$$\Delta T_c = \frac{\Delta T_1 + \Delta T_2 + \dots + \Delta T_z}{z}.$$

7*. Обчисліть відносну похибку вимірювань: $\varepsilon = \frac{\Delta T_c}{T_c} \cdot 100\%$.

8. Результати вимірювань і обчислень запишіть у таблицю:

Номер досліду	Кількість коливань N	Час коливань $t, \text{с}$	Період коливань $T, \text{с}$	Середнє значення періоду $T_c, \text{с}$	*Абсолютна похибка $\Delta T, \text{с}$	*Середнє значення абсолютної похибки $\Delta T_c, \text{с}$
1						
2						
3						
4						
5						

Потрібно відповісти

1. Де використовують маятники?

2. Як змінюють довжину маятника годинника, що відстає? спішить?

Потрібно зробити вдома

Дослідіть, чи залежить період коливання маятника від маси тіла, яке прив'язане до нитки. Довжина нитки змінюватися не повинна.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

ВИВЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЗВУКУ

Мета: встановити фізичний зміст гучності та висоти тону.

Обладнання: металева лінійка, дерев'яний брусок.

Потрібно знати

Основними характеристиками звуку є гучність та висота тону. Ці характеристики визначаються певними фізичними величинами. Звуки створюють тіла, які коливаються. Одним з таких тіл може бути металева лінійка, притиснута до столу дерев'яним бруском. Якщо відтягнути і відпустити кінець такої лінійки, внаслідок її коливань виникне звук. Амплітуду коливань можна змінювати, відтягуючи кінець лінійки з різною силою, а частоту – змінюючи довжину частини лінійки, що коливається.

Потрібно зробити в класі

1. Міцно притисніть лінійку до поверхні стола дерев'яним бруском так, щоб вільною залишалося приблизно 10 см її довжини (рис. 1). Відтягніть і відпустіть вільний кінець лінійки. Якщо при цьому звуку не виникає, зменшуйте довжину вільної частини лінійки до появи звуку низької частоти.

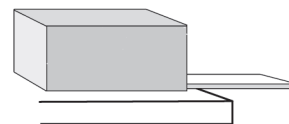


Рис. 1.

2. Відтягуючи кінець лінійки з різною силою, змінійте амплітуду її коливань. Як при цьому змінюється гучність звуку?

Від чого залежить гучність звуку?

3. Зменшуйте довжину частини лінійки, що коливається, збільшуючи таким чином частоту коливань. Як при цьому змінюється висота тону?

Від чого залежить висота тону?

4. За результатами досліджень зробіть висновок.

Потрібно відповісти

1. Як змінюється амплітуда коливань ваших голосових зв'язок при підвищенні голосу? Чому після гучного крику людина може охрипнути?

2. Яка відмінність голосових зв'язок чоловіків та жінок?

Потрібно зробити вдома

Розгляньте гітару або будь-який інший струнний музичний інструмент. Дослідіть, як змінюється висота звуку при натисканні на різні лади. Чому? Якщо у вас немає жодного струнного музичного інструменту, виготовте його модель самостійно.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

КОНСТРУЮВАННЯ ДИНАМОМЕТРА. ВИМІРЮВАННЯ ВАГИ ТІЛ

Мета: навчитися конструювати динамометр, виготовляти шкалу із заданою ціною поділки і за допомогою динамометра вимірювати вагу тіл.

Обладнання: динамометр, шкалу якого закрито папером, тягарці масою по 102 г, штатив з муфтою і затискачем, різні тіла.

Потрібно знати

Будь-який вимірювальний прилад повинен мати шкалу – поділки, які показують межі вимірювання (нижню і верхню), та проміжні поділки, які необхідні для вимірювання фізичних величин, значення яких менше за верхню межу вимірювання.

Динамометр призначений для вимірювання сили. Тому для градування його шкали треба виміряти відомі значення сили. Наприклад, ми знаємо, що на тіло масою 102 г діє сила тяжіння 1 Н. Підвішуючи до пружини

відповідну кількість тягарців, маса кожного з яких 102 г, можна на шкалі позначити положення стрілки, приєднаної до пружини, які відповідають її розтягові під дією сил 1 Н, 2 Н, 3 Н і т. д. Дрібніші поділки можна дістати, поділивши відстані між одержаними поділками на однакові менші частини.

Потрібно зробити в класі

1. Закріпіть вертикально в затискачі штатива динамометр із закритою шкалою (рис. 1).

2. Позначте горизонтальною рисою початкове положення стрілки динамометра – це буде нульова поділка шкали.

3. Підвісьте до гачка динамометра тягарець масою 102 г і позначте рисою нове положення стрілки динамометра.

4. Підвішуючи другий, третій та четвертий тягарці (кожен масою по 102 г), позначте рисочками відповідні положення стрілки динамометра.

5. Зніміть динамометр зі штатива і проти рисочок, починаючи з верхньої, проставте числа 0, 1, 2, 3, 4. Над числом 0 напишіть: Н.

6. Поділивши кожен відрізок на 10 рівних частинок, отримаєте шкалу з ціною поділки 0,1 Н.

7. Виміряйте проградуйованим динамометром вагу різних тіл.

8. Визначте силу тяжіння, що діє на тіла.

9. Обчисліть маси цих тіл, враховуючи, що $F_{\text{тяж}} = mg$.

10. Результати вимірювань і обчислень запишіть у таблицю:

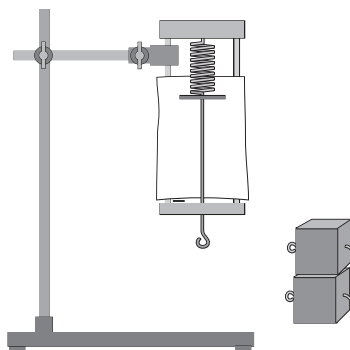


Рис. 1.

Номер досліду	Назва тіла	Вага тіла P , Н	Сила тяжіння, що діє на тіло $F_{\text{тяж}}$, Н	Маса тіла m , кг
1				
2				
3				
4				

Місце для обчислень

11. За результатами досліджень зробіть висновок.

Потрібно відповісти

1. Яка відмінність між пружинами лабораторного динамометра і пружинних терезів для зважування тіл?

Потрібно зробити вдома

Виготовте вдома динамометр, взявши замість пружини гумовий шнур, а важками – тіла, маси яких відомі.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

ВИМІРЮВАННЯ СИЛ ЗА ДОПОМОГОЮ ДИНАМОМЕТРА

Мета: навчитися вимірювати сили за допомогою динамометра.

Обладнання: динамометр, набір вантажів, дерев'яна лінійка, брусок, транспортир.

Потрібно знати

Для вимірювання сил використовують прилади, що їх називають динамометрами. Деякі види динамометрів показано на рисунках 1 і 2. У динамометрі, зображеному на рис. 1, діюча сила розтягує спіральну сталю пружину. Динамометр, зображений на рис. 2 (а, б, в), застосовується для вимірювання великих сил. У цьому динамометрі прикладена сила розгинає дві сталі пластинки. Дію цього динамометра пояснює рис. 2, б.

Якщо до пружини динамометра підвісити тіло, то внаслідок дії на нього сили тяжіння пружина динамометра буде розтягуватися, поки сила пружності, що виникає при цьому, не зрівноважить її. Оскільки вага тіла – це сила, з якою тіло внаслідок притягання до землі діє на нерухомі горизон-

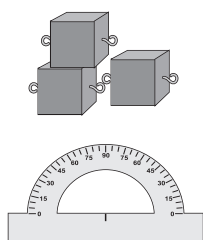


Рис. 1.

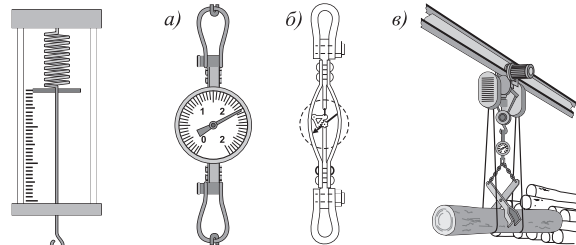


Рис. 2.

тальну опору або вертикальний підвіс, то вага тіла дорівнюватиме силі, що її показує динамометр.

Потрібно зробити в класі

1. Розташуйте на горизонтальній поверхні стола дерев'яну лінійку. Покладіть на лінійку дерев'яний брусок. Зачепивши брусок гачком динамометра, рівномірно переміщайте брусок по лінійці (динамометр має бути розташований паралельно поверхні лінійки). Визначте силу тяги, що діє на брусок.

2. Покладіть на брусок вантаж масою 100 г, потім – ще один і повторіть досліди.

3. Підвісивши брусок до динамометра, визначіть його вагу. Потім визначіть вагу бруска з одним вантажем, потім – з двома.

4. Результати вимірювань запишіть у таблицю:

№ досліду	Сила, що діє на тіло F, Н	Вага тіла P, Н
1		
2		
3		

5. Закріпіть кінець лінійки в лапці штатива і розташуйте її під кутом 30° до поверхні стола (похила площина). За допомогою динамометра рівномірно витягуйте брусок з одним вантажем на ньому по лінійці вгору. Визначіть силу, що діє на тіло.

6. Повторіть дослід при кутах нахилу лінійки 45° , потім – 60° , визначаючи в кожному випадку силу.

7. Результати вимірювань запишіть у таблицю:

№ досліду	Кут нахилу лінійки	Сила, що діє на тіло F, Н
1	30°	
2	45°	
3	60°	

8. За результатами досліджень зробіть висновок.

Потрібно відповісти

1. Чому для руху вантажних потягів використовують два локомотиви, а для руху електричок – один?

2. Чи можна за допомогою динамометра, який ви використовували при виконанні роботи, визначити вагу відра з водою? Чому?

Потрібно зробити вдома

Визначте величини різних сил, використовуючи власноруч виготовлений динамометр.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7 ВИЗНАЧЕННЯ ГУСТИНИ РЕЧОВИНИ ГІДРОСТАТИЧНИМ МЕТОДОМ

Мета: визначити густину речовини гідростатичним методом.

Обладнання: металевий циліндр або інше тіло, що тоне у воді, динамометр, мензурка з водою.

Потрібно знати

Гідростатичне зважування з давніх часів застосовують для визначення густини різних речовин. Для цього використовують закон Архімеда. Густину твердих тіл визначають подвійним зважуванням: спочатку тіло зважують у повітрі (при цьому нехтують виштовхувальною силою, що діє на тіло у повітрі), а потім – у рідині, густина якої відома (наприклад, у воді).

Вага P тіла в рідині менша, ніж вага P_0 тіла в повітрі на величину архімедової сили F_A , яка виштовхує тіло з води:

$$P = P_0 - F_A. \quad (1)$$

Архімедова сила

$$F_A = \rho_p g V_m, \quad (2)$$

де ρ_p – густина рідини, V_m – об'єм тіла, $g = 9,8$ Н/кг

Вага тіла в повітрі

$$P_0 = mg = \rho_m g V_m, \quad (3)$$

де ρ_m – густина тіла (саме її треба визначити).

Підставивши P_0 і F_A у формулу (1), отримаємо:

$$P = \rho_m g V_m - \rho_p g V_m, \\ P = (\rho_m - \rho_p) g V_m. \quad (4)$$

З рівняння (3) отримаємо: $g V_m = \frac{P_0}{\rho_m}$.

Коли в рівняння (4) замість gV_m підставимо $\frac{P_0}{\rho_m}$, то отримаємо:

$$P = \frac{\rho_m - \rho_p}{\rho_m} P_0.$$

Звідси густина тіла дорівнюватиме:

$$\rho_m = \frac{\rho_p P_0}{P_0 - P}. \quad (5)$$

Таким чином, для визначення густини твердого тіла, якщо відома густина рідини, потрібно визначити вагу тіла в повітрі та в рідині.

Потрібно зробити в класі

1. Підвісивши тіло до динамометра, визначте його вагу в повітрі (рис. 1, а).
2. Опустіть тіло, підвішене до динамометра, у воду, повністю зануривши його (рис. 1, б), і визначте вагу тіла у воді.

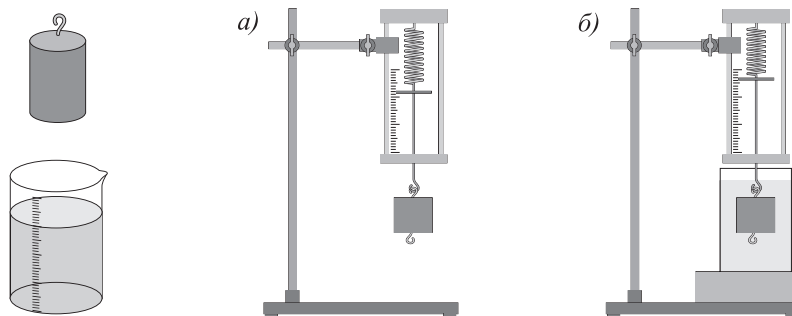


Рис. 1.

3. Знайдіть у таблиці густина води.
4. За формулою (5) обчисліть густина твердого тіла.
5. Повторіть дослідження для двох і трьох тіл.
6. Результати вимірювань і обчислень запишіть у таблицю:

№ п/п	Вага тіла в повітрі P_0 , Н	Вага тіла у воді P , Н	Густина води ρ_p , кг/м ³	Густина речовини ρ_m , кг/м ³
1				
2				
3				

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8
ВИМІРЮВАННЯ КОЕФІЦІЄНТА ТЕРТЯ КОВЗАННЯ

Мета: визначити коефіцієнт тертя ковзання дерев'яного бруска, що ковзає по дерев'яній лінійці.

Обладнання: динамометр, дерев'яний брусок, дерев'яна лінійка, набір важків.

Потрібно знати

Сила, з якою тягнуть брусок горизонтальною поверхнею, дорівнює силі тертя F_{mp} , що діє на брусок, якщо він рухається рівномірно. Як відомо, сила тертя пропорційна силі, що притискує тіло до поверхні. Такою силою у випадку руху тіла по горизонтальній поверхні є вага тіла P . Тоді з формули

$$F_{mp} = \mu P$$

визначаємо коефіцієнт тертя

$$\mu = \frac{F_{mp}}{P}.$$

Потрібно зробити в класі

1. Покладіть брусок на горизонтально розміщену лінійку. На брусок покладіть вантаж (рис. 1).

2. Прикріпіть до бруска динамометр і якомога рівномірніше тягніть його вздовж лінійки. Визначте при цьому покази динамометра.

3. Зважте брусок і вантаж.

4. Повторіть дослід декілька разів, ставлячи на брусок ще один вантаж, потім – ще один і т. д.

5. Обчисліть для кожного випадку коефіцієнт тертя за формулою

$$\mu = \frac{F_{mp}}{P}.$$

6. Знайдіть середнє значення коефіцієнта тертя

$$\mu_c = \frac{\mu_1 + \mu_2 + \dots + \mu_z}{z}.$$

7*. Обчисліть абсолютні похибки вимірювань.

$$\Delta\mu_1 = |\mu_1 - \mu_c|, \Delta\mu_2 = |\mu_2 - \mu_c|, \dots, \Delta\mu_z = |\mu_z - \mu_c|.$$

8*. Обчисліть середнє значення абсолютної похибки.

$$\Delta\mu_c = \frac{\Delta\mu_1 + \Delta\mu_2 + \dots + \Delta\mu_z}{z}.$$

9*. Обчисліть відносну похибку вимірювань.

$$\varepsilon = \frac{\Delta\mu_c}{\mu_c} \cdot 100\%.$$

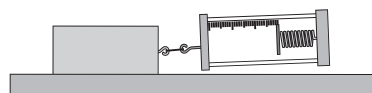


Рис. 1.

2. Як зміниться коефіцієнт тертя, якщо брусок покласти на два круглих олівці? Чому?

Потрібно зробити вдома

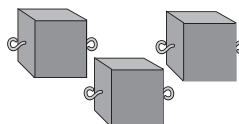
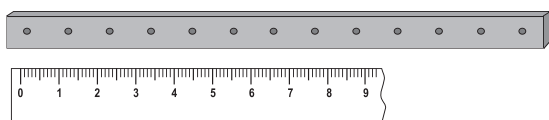
Визначте коефіцієнт тертя при русі будь-якого тіла по поверхні стола, використавши власноруч виготовлений динамометр і лінійку.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9

З'ЯСУВАННЯ УМОВ РІВНОВАГИ ВАЖЕЛЯ

Мета: перевірити на досліді правило моментів сил.

Обладнання: важіль, штатив із затискачем, набір тягарців вагою по 1 Н, динамометр, лінійка.



Потрібно знати

Важелем називають жорсткий стержень, який має вісь обертання. Важіль під дією сил, прикладених до нього, може обертатися або перебувати в стані спокою. Нерухомий важіль, на який діє декілька сил, називають зрівноваженим.

Важіль перебуває в рівновазі, якщо плечі сил обернено пропорційні значенням сил, що діють на нього: $\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$.

Скориставшись властивістю пропорції (добуток крайніх членів пропорції дорівнює добутку середніх членів), одержуємо: $F_1 l_1 = F_2 l_2$.

Добуток сили на її плече називають моментом сили: $M = F l$.

Потрібно зробити в класі

1. Закріпіть важіль у штативі та зрівноважте його.
2. Підвісьте тягарці так, як показано на рис. 1. Зрівноважте важіль.
3. Зобразіть на рис. 1 сили F_1 , F_2 та їхні плечі l_1 , l_2 .
4. Проведіть вимірювання і заповніть таблицю:

Проти обертання годинникової стрілки			За обертанням годинникової стрілки		
F_1 , Н	l_1 , м	M_1 , Н·м	F_2 , Н	l_2 , м	M_2 , Н·м

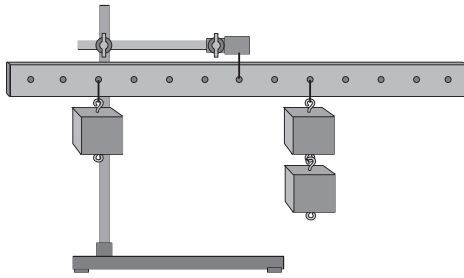


Рис. 1.

5. Порівняйте момент сили, який обертає важіль проти годинникової стрілки, з моментом сили, який обертає важіль за годинниковою стрілкою:

$$M_1 = \underline{\hspace{2cm}};$$

$$M_2 = \underline{\hspace{2cm}}.$$

6. Зробіть висновок: якщо важіль перебуває в рівновазі, то _____

7. Підвісьте тягарці так, як показано на рис. 2.

8. Зобразіть на рис. 2 сили F_1, F_2, F_3 та їхні плечі l_1, l_2, l_3 .

9. Проведіть вимірювання та обчислення і заповніть перші три лінійки у верхній половині таблиці:

№	$F, \text{Н}$	$l, \text{м}$	$M, \text{Н} \cdot \text{м}$	Напрямок обертання важеля	Сума моментів сил, що обертають важіль	
					проти год. стрілки	за год. стрілкою
1						
2						

10. Прикріпіть динамометр і тягарці так, як показано на рис. 3.

11. Зобразіть на рис. 3 сили F_4, F_5, F_6 та їхні плечі l_4, l_5, l_6 .

12. Проведіть вимірювання та обчислення і заповніть нижні три лінійки таблиці.

13. Порівняйте суму моментів сил, які обертають важіль проти годинни-

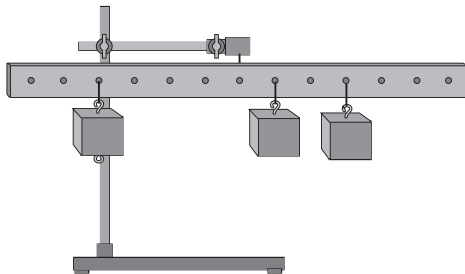


Рис. 2.

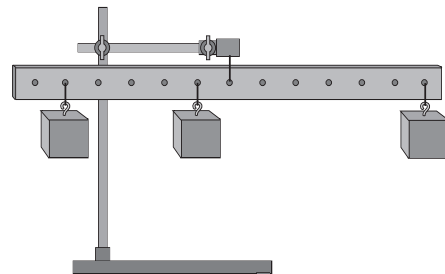


Рис. 3.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 10
**ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА КОРИСНОЇ ДІЇ (ККД)
ПОХИЛОЇ ПЛОЩИНИ**

Мета: навчитись експериментально визначати ККД при підніманні тіла по похилій площині. Пересвідчитися на досліді, що ККД завжди менший 100 %.

Обладнання: дошка, дерев'яний брусок, динамометр, сантиметрова стрічка або лінійка, тягарці, штатив з муфтою і затискачами.

Потрібно знати

Величину, що показує, яку частину від усієї виконаної роботи A_B становить корисна робота A_K , називають коефіцієнтом корисної дії (ККД) механізму:

$$\eta = \frac{A_K}{A_B}.$$

ККД виражають найчастіше у відсотках, тобто $\eta = \frac{A_K}{A_B} \cdot 100\%$.

При підйомі тіла корисна робота дорівнює добутку сили тяжіння $F_{тяж}$, що діє на тіло, на висоту h , на яку піднімають тіло:

$$A_K = F_{тяж} h.$$

Якщо тіло тягнути по похилій площині, то виконана робота дорівнює добутку сили тяги $F_{тяги}$ на шлях l , що його проходить тіло:

$$A_в = F_{тяги} l.$$

Тоді ККД:

$$\eta = \frac{F_{тяж} h}{F_{тяги} l} \cdot 100\%.$$

Потрібно зробити в класі

1. Розмістіть дошку під невеликим кутом нахилу і закріпіть її у штативі так, щоб висота отриманої похилої площини була рівна 10 см (рис. 1).

2. Виміряйте довжину похилої площини l та її висоту h .

3. За допомогою динамометра виміряйте силу тяжіння $F_{тяж}$, що діє на брусок із тягарцями.

4. Навантаживши брусок одним-двома тягарцями, рівномірно витягніть його за допомогою динамометра по похилій площині. Виміряйте силу тяги $F_{тяги}$.

5. Обчисліть:

- а) виконану роботу A_B ;
- б) корисну роботу A_K ;
- в) ККД η .

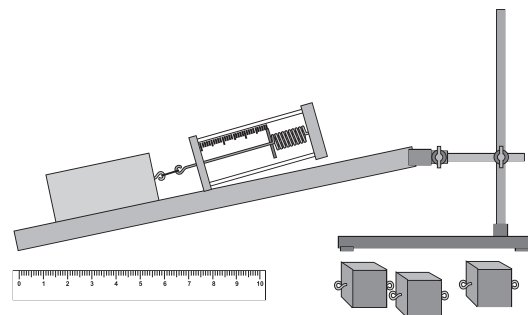


Рис. 1.

ЛАБОРАОРНА РОБОТА № 11
ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ЗА ДОПОМОГОЮ
РІЗНИХ ТЕРМОМЕТРІВ

Мета: навчитися вимірювати температуру за допомогою різних термометрів.

Обладнання: термометр спиртовий, термометр ртутний, калориметр, вода холодна, вода гаряча.

Потрібно знати

Термометр – прилад, призначений для вимірювання температури тіла. Термометри бувають рідинні, газові та металеві. Найбільш поширеними є рідинні термометри, в яких як робоче тіло використовується рідина – ртуть чи підфарбований спирт. Принцип дії таких термометрів ґрунтується на здатності рідини змінювати об'єм при зміні температури:

$$V_t = V_o (1 + \beta t),$$

де V_o – об'єм рідини при початковій температурі, V_t – її об'єм при температурі t , β – коефіцієнт об'ємного розширення рідини (різний для різних рідин).

Потрібно зробити в класі

1. Розгляньте термометри. Визначте, яка рідина є робочим тілом у кожному з них (рис. 1).

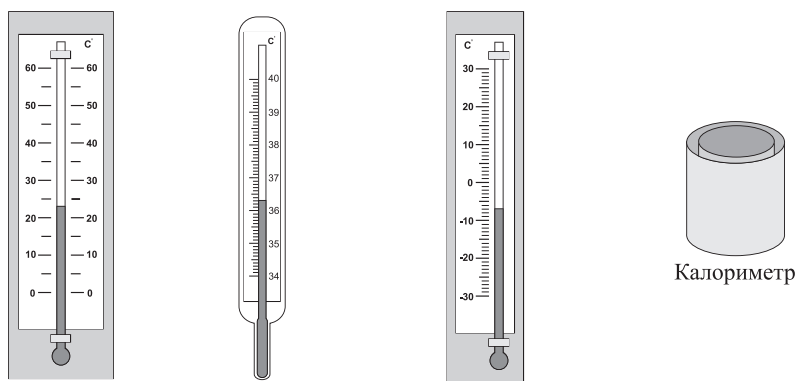


Рис. 1.

2. Визначте ціну поділки кожного термометра.
3. Виміряйте температуру холодної води спочатку спиртовим, а потім ртутним термометрами. Перед вимірюванням можна обгорнути термометр у місці, де ви будете тримати рукою, смужкою паперу.
4. Так само виміряйте температуру гарячої води.
5. Запишіть результати вимірювань і обчислень у таблицю:

Термометри	Ціна поділки, °С/под	Температура холодної води, °С	Різниця показів, °С	Температура гарячої води, °С	Різниця показів, °С
1					
2					

Для обчислення кількості теплоти використовують формулу

$$Q = cm(t_2^{\circ} - t_1^{\circ}),$$

де c – питома теплоємність речовини, m – маса тіла, t_1° – початкова температура тіла, t_2° – кінцева температура тіла.

Якщо тіла перебувають у теплообмінному процесі (наприклад, змішується холодна і гаряча вода), то внутрішня енергія всіх тіл, які нагріваються, збільшується настільки, наскільки зменшується внутрішня енергія тіл, що охолоджуються.

Проте в процесі теплообміну не завжди вдається врахувати всі тіла, оскільки можливі втрати теплоти в навколишнє середовище або інші процеси, тепловий ефект яких важко простежити.

Для зменшення небажаних втрат теплоти використовують прилад, який називається калориметром. Він складається з двох посудин – внутрішньої та зовнішньої, між якими є теплоізолюючий проміжок. Внаслідок цього зменшується теплообмін вмісту внутрішньої посудини із зовнішнім середовищем. Теплоємність калориметра невелика, тому найчастіше кількістю теплоти, що її поглинає чи віддає калориметр, можна знехтувати. Якщо ж роботу з калориметром виконувати швидко, то втрати теплоти в навколишнє середовище також будуть невеликі.

Масу води зручно визначати, користуючись мензуркою (вимірюють об'єм води і після цього обчислюють її масу: $m = \rho V$, $\rho = 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$).

Потрібно зробити в класі

1. Налийте в калориметр гарячої води масою 100 г, а в склянку – стільки само холодної. Виміряйте температуру холодної і гарячої води.

2. Обережно влийте холодну воду в посудину з гарячою водою, помішайте термометром утворену суміш і виміряйте її температуру.

3. Визначте кількість теплоти, що її віддала гаряча вода під час охолодження до температури суміші, та кількість теплоти, що її дістала холодна вода від нагрівання до цієї самої температури.

Результати вимірювань і обчислень запишіть у таблицю:

Маса		Температура			Кількість теплоти	
гарячої води m_2 , кг	холодної води m_1 , кг	гарячої води t_2° , °C	холодної води t_1° , °C	суміші t° , °C	яку віддала гаряча вода Q_2 , Дж	яку дістала холодна вода Q_1 , Дж

*4. Повторіть дослід, змінивши маси гарячої та холодної води. Візьміть спочатку 200 г гарячої води та 100 г холодної. Проведіть усі вимірювання та обчислення.

3. Чому кількість теплоти, що її віддає гаряча вода, і кількість теплоти, що її дістає холодна вода, на практиці не дорівнюють одна одній?

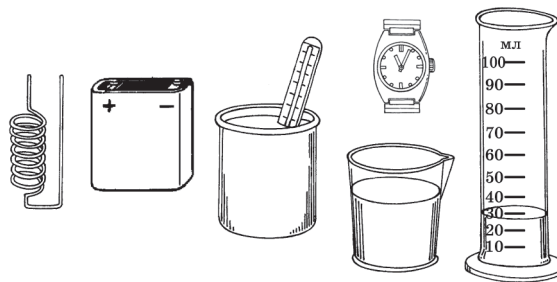
Потрібно зробити вдома

Розробіть проект “За склянкою чаю”, у якому дослідіть теплові властивості води.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 13 ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА КОРИСНОЇ ДІЇ УСТАНОВКИ З ЕЛЕКТРИЧНИМ НАГРІВНИКОМ

Мета: навчитися визначати коефіцієнт корисної дії (теплову віддачу) установки з електричним нагрівником.

Обладнання: посудина з водою, внутрішня посудина від калориметра, електрична спіраль, терези або вимірювальний циліндр (мензурка), термометр, годинник, джерело струму.



Потрібно знати

Коефіцієнт корисної дії (ККД) визначається відношенням корисно виконаної роботи до повної роботи:

$$ККД = \frac{A_k}{A_n} \cdot 100\%. \quad (1)$$

У нашій роботі корисною роботою є нагрівання води електричним струмом. Цю роботу A_k , тобто енергію Q_k , що йде на нагрівання води, можна визначити за формулою

$$Q_k = cm(t_2^o - t_1^o), \quad (2)$$

де c – питома теплоємність води, m – маса води, t_1^o – початкова температура води, t_2^o – кінцева температура води.

Повна робота A_n – це уся кількість теплоти Q_n , що виділяється у нагрівнику потужністю P за час нагрівання t . Вона визначається за формулою:

$$Q_n = Pt, \quad (3)$$

Потрібно відповісти

1. Чому ККД установки з електричним нагрівником не дорівнює 100 %?

2. Чому теплові віддачі електроплитки і електрокип'ятильника не однакові?

3. Коли швидше закипить вода – при використанні нагрівника потужністю 600 Вт чи нагрівника потужністю 1000 Вт, якщо маса води не змінюється і її початкова температура в обох випадках однакова?

Потрібно зробити вдома

У магазині або в Інтернеті дізнайтеся про класифікацію побутової техніки. Чим відрізняються аналогічні пристрої різних класів? Визначте, яких класів техніка у вас вдома. Зробіть висновки.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 14

ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМОЇ ТЕПЛОЄМНОСТІ ТВЕРДОГО ТІЛА

Мета: ґрунтуючись на законі збереження і перетворення енергії, обчислити питому теплоємність твердого тіла.

Обладнання: склянка з водою, калориметр, терези, гирі, металевий циліндр на нитці, посудина з гарячою водою.

Потрібно знати

Під час теплообміну кількість теплоти, яку віддають більш нагріті тіла, дорівнює кількості теплоти, що її отримують менш нагріті тіла.

Щоб визначити питому теплоємність твердого тіла, потрібно, нагрівши це тіло, опустити його в посудину з холодною водою. Кількість теплоти Q_1 , яку дістане холодна вода під час нагрівання, можна визначити за формулою

$$Q_1 = c_1 m_1 (t^0 - t_1^0), \quad (1)$$

де c_1 – питома теплоємність води, m_1 – маса води і тіла, t_1^0 – початкова температура холодної води, t^0 – температура води у стані теплової рівноваги.

Тверде тіло, охолоджуючись, віддасть кількість теплоти:

$$Q_2 = c_2 m_2 (t_2^0 - t^0), \quad (2)$$

де c_2 – питома теплоємність речовини, значення якої потрібно визначити, m_2 – маса твердого тіла, t_2^0 – початкова температура твердого тіла.

Згідно із законом збереження і перетворення енергії, кількість теплоти, яку одержала вода під час нагрівання, дорівнює кількості теплоти, що її віддало тверде тіло внаслідок охолодження.

8. За результатами досліджень зробіть висновок.

Потрібно відповісти

1. Чому для визначення питомої теплоємності твердого тіла обрано металеве тіло?

2. Чому при визначенні температури твердого тіла потрібно вимірювати температуру води, в яку воно занурене?

3. Чому під час виконання досліду металеве тіло необхідно перенести з гарячої води в холодну за найкоротший проміжок часу?

Потрібно зробити вдома

Порівняйте (на дотик) теплопровідності різних речовин. Вкажіть, за яких умов це можливо зробити, а за яких – ні.